

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

Departamento de Psicología Básica II (Procesos Cognitivos)



**EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD EN CONTEXTOS
DE DECISIÓN DE AMBIVALENCIA COMPLEJA:
ANÁLISIS CONDUCTUAL DE LOS JUICIOS DE
CONTINGENCIA EN HUMANOS.**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Francisco Javier Herrero Martín

Bajo la dirección de los doctor

Javier Sáinz Sánchez

Madrid, 2010

ISBN: 978-84-693-9429-8

© Francisco Javier Herrero Martín, 2010

TESIS DOCTORAL

**EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD EN CONTEXTOS DE DECISIÓN
DE AMBIVALENCIA COMPLEJA**

**ANÁLISIS CONDUCTUAL DE LOS JUICIOS DE CONTINGENCIA EN
HUMANOS**

Francisco Javier Herrero Martín

Departamento de Psicología Básica (Procesos Cognitivos II)
Facultad de Psicología
Universidad Complutense de Madrid

2010

Departamento:

Psicología Básica (Procesos Cognitivos II)

Título:

Evaluación de la Utilidad en Contextos de Decisión de Ambivalencia Compleja
Análisis Conductual de los Juicios de Contingencia en Humanos

Autor:

Fco. Javier Herrero Martín
Licenciado en Psicología

Director:

Dr. Fco. Javier Sainz Sánchez
Facultad de Psicología
Universidad Complutense de Madrid

Copyright © 2010 Fco. Javier Herrero-Martín

Reservados todos los derechos. Queda prohibida la reproducción o transmisión por cualquier medio o soporte, electrónico o mecánico, incluido la fotocopia, grabación digital o cualquier otro sistema de almacenamiento y recuperación de la información, sin permiso expreso y por escrito del autor.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or any information storage and retrieval system, without written permission from the author.

Madrid (Spain) 2010

Dedicatoria

A mis padres, mi éxito personal es su orgullo y felicidad. Esto último es lo más importante.

Agradecimientos

Al Dr Javier Sainz, por su guía por el conocimiento y su disposición inagotable.

A Rosa, es un deber, por su constancia, su impulso, su amor y su complicidad tácita. Ella es, en realidad, un verdadero argumento de valor racional para mi desvelo y dedicación a lo largo de estos años.

A Javi y Ana, por el tiempo cedido que queda pendiente.

Y a mis amigos, de la Universidad y fuera de ella, que saben serlo, sin reparar en el gasto.

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
PREFACIO	15
CAPÍTULO 1. LA RACIONALIDAD HUMANA Y EL SENTIDO DE UTILIDAD EN LA DECISIÓN.....	19
1.1. La noción de razón.....	20
1.2. Modelos normativos y modelos descriptivos.....	23
1.3. La situación de decisión: características fundamentales.....	24
1.4. Racionalidad Económica. Modelos normativos y Prescriptivos.	29
1.4.1. Teoría del Valor Esperado (TVE)	29
1.4.2. Teoría de la Utilidad Esperada (TUE).....	30
1.4.3. Axiomatización de la Teoría de la Utilidad Esperada.....	31
1.4.4. La Función de Utilidad.....	34
1.4.5. La Utilidad Subjetiva Esperada	38
1.5. El marco descriptivo de la decisión. Racionalidad y conducta.....	41
1.5.1. La Paradoja de Allais.....	42
1.5.2. La paradoja de Ellsberg.....	43
1.5.3. Violaciones de los principios normativos.....	44
1.5.4. La Teoría de Prospectos.....	45
1.5.4.1. Certidumbre, probabilidad y posibilidad.....	46
1.5.4.2. El efecto de reflexión.....	47
1.5.4.3. Aseguramiento probabilístico.....	48
1.5.4.4. El efecto de aislamiento.....	48
1.5.4.5. El proceso de decisión en un prospecto.....	49
1.5.4.6. La función de valor en la teoría de prospectos.....	51
1.5.4.7. La función de ponderación.....	52
1.5.4.8. Implicaciones sociales del efecto de ponderación.....	55
1.6. El enmarcado de las decisiones y las consecuencias a largo plazo. El contexto en la decisión.....	56
1.6.1. El concepto de marco decisional.....	57
1.6.2. Paréntesis de decisión.....	60
1.7. La Teoría de la Racionalidad Limitada.....	61
1.8. Teoría del decisor adaptativo.....	64
1.9. La racionalidad ecológica.....	66
1.10. Cuestionamiento crítico de los modelos descriptivos de la conducta racional.....	67
1.10.1. Trivialización.....	68
1.10.2. Errores interpretativos.....	70
1.11. Modelos de Procesamiento Dual.....	72
1.12. El procesamiento heurístico en la eficacia decisional.....	77
CAPÍTULO 2. APRENDIZAJE ASOCIATIVO.....	83
2.1 Racionalidad y representación.....	84
2.2. Aprendizaje en situaciones de decisión compleja. Factores críticos de representación asociados a la sucesión de etapas de elección.....	88
2.3. Modelos cuantitativos iniciales del aprendizaje: el operador lineal.....	89
2.4. MODELOS ASOCIATIVOS DE PROCESAMIENTO DEL ESTÍMULO INCONDICIONADO.....	91
2.4.1. Primeros cuestionamientos a los modelos tradicionales. Bloqueo y condicionamiento inhibitorio.....	91
2.4.2. Las aportaciones de Rescorla.....	93

2.4.2.1. Inhibición condicionada.....	94
2.4.2.2. Validez relativa.....	95
2.4.3. Aprendizaje asociativo y competición de señales: el modelo Rescorla-Wagner.....	95
2.4.3.1. Bloqueo.....	96
2.4.4. Evidencia del papel del error absoluto en la determinación de la magnitud del cambio asociativo. Diseños de Condicionamiento Combinado.....	97
2. 5. MODELOS ATENCIONALES DEL CAMBIO ASOCIATIVO.....	100
2.5.1. Antecedentes. Modelos de atención selectiva.....	100
2.5.2. Modelos de estado único. Modificación del parámetro	101
2.5.3. La Hipótesis Inversa.....	101
2.5.4. Cambios en la atención debidos a la experiencia.....	102
2.5.5. Teoría atencional de Mackintosh	103
2.5.6. Aprendizaje y ejecución en el modelo de Mackintosh.....	105
2.5.7. Modelos mixtos del término de error en la determinación del condicionamiento.....	106
2.5.8. Limitaciones al modelo de Mackintosh (1975). El problema de la explicación de la inhibición condicionada y el modelo ampliado de Mackintosh.....	107
2.5.9. Algoritmo en el modelo ampliado de Mackintosh.....	108
2.5.10. El modelo de Pearce y Hall de 1980	109
2.5.10.1. Antecedentes.....	109
2.5.10.2. Las bases fundamentales del modelo.....	110
2.5.10.3. Historia previa y asociatividad en el modelo de Pearce-Hall.....	111
2.6. MODELOS HÍBRIDOS DE APRENDIZAJE ASOCIATIVO.....	113
2.6.1. Introducción	113
2.6.2. El Modelo Híbrido de LePelley, 2004.....	113
2.6.3. Fenómenos de condicionamiento en el modelo híbrido.....	115
2.6.4. Efecto de competición de señales.....	115
2.7. El modelo SOP, de procedimientos operativos convencionales de Wagner (1981).....	116
2.7.1. El contexto como condicionador de la fuerza asociativa.....	116
2.7.2. Modelo de la derivada del tiempo.....	116
2.7.3. El análisis del procesamiento temporal en el modelo SOP	118
2.7.4. Modelos configurales o componenciales.....	120
2.8. TEORÍA DE LA INFORMACIÓN Y APRENDIZAJE.....	121
2.8.1. La aportación de la Teoría de la Información al reconocimiento de las variables críticas en la determinación de los procesos de condicionamiento. Modelos explicativos del proceso de condicionamiento.....	121
2.8.2. Bloqueo y procesamiento de información	123
2.8.3. Ensombrecimiento y procesamiento de la información.....	124
CAPÍTULO 3. APRENDIZAJE PREDICTIVO Y CAUSAL HUMANO.....	127
3.1. Introducción.....	127
3.2. Efectos de bloqueo en la explicación causal.....	129
3.3. Causalidad y predicción.....	131
3.4. La cognición causal. Aspectos estructurales.....	132
3.4.1. Percepción causal.....	133
3.4.2. Inferencia causal.....	134
3.4.3. Procesos de razonamiento causal.....	135
3.4.3.1. El razonamiento causal en la toma de decisiones.....	135
3.4.3.2. Razonamiento conceptual.....	135
3.4.3.3. Razonamiento contrafactual.....	136
3. 5. Modelos explicativos de la representación causal	136
3.5.1. Limitaciones explicativas.....	137
3.5.1.1 Efectos de asimetría.....	137

3.5.1.2. Estudios probabilísticos.....	138
3.5.1.3. Efectos de aditividad.....	139
3.6. Modelos asociativos frente a modelos cognitivos. Relevancia de los distintos tipos de formulación.....	140
3.6.1. Efectos de reevaluación retrospectiva.....	141
3.6.2. Explicaciones teóricas de los efectos de reevaluación retrospectiva.....	142
3.7. Razonamiento causal entre humanos y otras especies.....	143
3.8. La Estimación del potencial Causal.....	145
3.8.1. Efectos de techo.....	145
3.8.2. La teoría del potencial causal (Power PC) como alternativa a los modelos covariacionales.....	147
3.8.3. La necesidad de encontrar una explicación a los fenómenos causales.....	151
3.9. Teoría Causal Bayesiana.....	153
3.9.1. Redes causales de Bayes. Características elementales.....	153
3.9.2. Redes causales Bayesianas.....	155
3.9.3. Intervención y asociación. Influencia sobre la inferencia causal.....	160
3.10. Interacción entre percepción e inferencia causal.....	160
3.11. Aprendizaje, Consciencia y Contingencia.....	161
CAPÍTULO 4. CONTINGENCIA Y APRENDIZAJE.....	165
4.1. Introducción. La observación de la contingencia como base psicológica para la adaptación.....	166
4.2. El estudio de la contingencia humana.....	167
4.3. Teorías estadísticas en el estudio de la contingencia.....	169
4.3.1. Modelos estadísticos de contingencia.....	170
4.3.1.1. Índices de las tablas de contingencia 2x2.....	170
4.3.1.2. La regla Δp e índices relacionados.....	171
4.4. La Teoría de Detección de Señales como modelo normativo en psicología.....	172
4.4.1. Psicofísica y evaluación de la contingencia.....	174
4.5. Cuestionamiento de los modelos estadísticos. Modelos asociativos.....	175
4.6. Cuestionamiento de los modelos asociativos: modelos inferenciales.....	176
4.7. La codificación de la representación.....	177
4.8. Simulación de curvas de adquisición.....	177
4.9. La Teoría de Detección de Señales en la representación del proceso de evaluación de la contingencia.....	178
4.10. El efecto de densidad. La relación entre la contingencia y el juicio.....	179
4.11. Planteamiento de hipótesis, razonamiento causal y ponderación condicional de la contingencia.....	180
4.11.1. Modelo de pesos predictivos diferenciales PSB (positive-event and sufficiency biases).....	182
4.11.2. Modelo de pesos predictivos diferenciales WPS (weighted positive-test strategy).....	184
4.12. Efectos de interacción de claves sobre los juicios de contingencia.....	185
4.13. Desafíos actuales en la aplicación de la TDS al análisis de la contingencia.....	187
Experimento 1. Efectos de densidad y contingencia sobre decisión y juicio predictivo en una tarea de ambivalencia compleja.....	191
5.1. Introducción. La decisión en situaciones de ambivalencia compleja.....	191
5.1.1. Variables predictoras en el proceso de decisión.....	192
5.1.2. Hacia un comportamiento racionalmente esperado. El papel de la experiencia pasada y los resultados actuales en la decisión.....	195
5.1.3. La interpretación de la experiencia en la construcción representacional.....	196
5.1.4. Efecto de los resultados sobre la experiencia pasada.....	197
5.1.5. Diseños experimentales en tareas de juicio de decisión.....	198

5.2. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS EXPERIMENTALES.....	200
5.3. Método.....	201
5.3.1. Participantes y aparatos.....	201
5.3.2. Diseño General.....	201
5.3.3. Estímulos.....	203
5.3.3.1. Organización preliminar de estímulos.....	203
5.3.3.2. Codificación de estímulos.....	206
5.3.4. Procedimiento. Fase I. Evaluación de perfiles de actitud hacia el riesgo.....	206
5.3.4.1. Selección y organización de estímulos para la Fase I.....	207
5.3.5. Descripción de la tarea.....	210
5.3.5.1. Intervalo entre ensayos.....	211
5.3.5.2. Tarea experimental.....	211
5.3.5.3. Desarrollo de la tarea.....	212
5.3.7. FASE II. Experimento: Efectos de densidad y contingencia sobre decisión y juicio predictivo en una tarea de ambivalencia compleja	213
5.3.7.1. Introducción.....	213
5.3.7.2. Diseño experimental.....	213
5.3.7.3. Instrucciones.....	213
5.3.7.4. Intervalo entre ensayos.....	214
5.3.7.5. Señal de inicio de nuevo ensayo.....	215
5.3.7.6. Selección y organización de Estímulos.....	216
5.3.7.7. Distribución de estímulos a lo largo del experimento.....	219
5.3.7.8. Procedimiento conductual.....	224
a) Medidas.....	224
b) Tarea experimental.....	227
5.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	232
5.4.1. Fase I.....	232
5.4.2. Fase II. Patrón óptimo de decisión.....	234
5.4.2.1. Descripción del diseño para C2.....	234
5.4.2.2. Descripción del diseño para C4.....	237
5.4.3. Organización de datos y exploración preliminar.....	239
5.4.4. Tasa de respuesta y densidad de reforzamiento.....	240
5.4.5. Análisis de efectos paradójicos. Ambivalencia representacional en la programación del reforzamiento.....	243
5.4.6. Análisis <i>post hoc</i> . Fuentes de variabilidad intersujetos en la representación de la densidad de reforzamiento.....	244
5.4.7. Impacto de la contingencia resultante en la acción decisoria del sujeto.....	247
5.4.8. Efectos de simetría en el patrón de contingencia programado. Efectos locales de magnitud de recompensa.....	252
5.4.9. Análisis de la representación de la contingencia.....	257
5.5. Conclusiones.....	263
5.5.1. Densidad y contingencia en la representación de la decisión compleja.....	264
EXPERIMENTO 2. Preferencia y Juicio Causal en un procedimiento de interacción de claves. Análisis de la representación de la contingencia y densidad de reforzamiento en la decisión.....	273
6.1. Introducción.....	273
6.1.1. Evolución de los juicios de contingencia.....	273
6.1.2. Efectos de densidad y patrones de contingencia.....	274
6.1.3. Efectos de densidad y juicio predictivo.....	275
6.1.4. Efecto de densidad y variabilidad de criterio de decisión.....	277
6.1.5. Teoría de Detección de Señales (TDS).....	277
6.1.6. Análisis de la decisión en la Teoría de Detección de Señales.....	279
6.1.6.1. Análisis de la señal y actitud al riesgo.....	281
6.1.7. Efectos de variación del patrón de contingencia sobre sensibilidad subjetiva a la detección de la señal.....	281

6.2. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS.....	284
6.3. Método.....	285
6.3.1. Participantes y aparatos.....	285
6.3.2. Diseño y Estímulos.	285
6.3.3. Procedimiento.	286
6.3.3.1. Juicio de Preferencia.	286
6.3.3.2. Actitud hacia el riesgo.....	288
6.3.3.3. Diseño conductual.....	289
6.3.3.4. Procedimiento de reforzamiento secuencial. Patrones de contingencia.....	290
6.3.3.5. Estructura formal de la cadena de reforzamiento.	292
6.3.3.6. Codificación de la magnitud de reforzamiento.	292
6.3.3.7. Diseño del patrón de presentación.....	293
6.3.3.8. Emisión de juicios de contingencia.	295
6.4. RESULTADOS	297
6.4.1. Actitud hacia el riesgo.....	297
6.4.2. Evaluación de la preferencia (agrado).....	297
6.4.3. Efectos de densidad y contingencia sobre el juicio causal.	301
6.4.4. Efectos de contingencia sobre la conducta: grado de ajuste entre patrón programado y patrón real.	305
6.4.5. Efectos diferenciales de densidad y contingencia.....	307
6.4.6. Análisis de tasa de respuestas.	312
6.5. DISCUSIÓN	316
6.5.1. Hipótesis 1. Actitud hacia el riesgo.....	316
6.5.2. Hipótesis 2. Efectos de Sensibilidad al cambio.....	317
6.5.3. Hipótesis 3. Efectos de densidad y contingencia sobre la conducta humana.	318

EXPERIMENTO 3. Patrones de Decisión y Juicio contingente: análisis conductual en diseños de reforzamiento secuencial y detección de señales.

.....	325
7.1. Introducción.	325
7.1.1. Fundamentos experimentales.....	326
7.1.2. Función psicométrica.	328
7.1.3. La función psicométrica en el marco de la Teoría de Detección de Señales.....	329
7.1.4. Diseños experimentales de ensayos sucesivos (<i>streamed trial procedure</i>).....	330
7.2. Planteamiento de Hipótesis experimentales.	332
7.3. Método	334
7.3.1. Participantes y aparatos.....	334
7.3.2. Diseño general:.....	334
7.3.3. Procedimiento	335
7.3.3.1. Fase de entrenamiento.	335
7.3.3.2. Introducción del mecanismo de apuesta.	338
7.3.3.3. Fase de Test. Diseño experimental.....	338
7.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.	342
7.4.1. Exploración preliminar.....	342
7.4.2. Relación entre contingencia y juicio de decisión.....	343
7.4.3. Análisis de la conducta de apuesta.....	345
7.4.4. Análisis de la relación entre la confianza subjetiva y la valoración de la fuerza asociativa.	351
7.4.5. Análisis psicofísico de señales. Preparación de los datos de análisis.....	357
7.4.5.1. Procedimiento de análisis.	360
7.4.5.2. Generación de tabla de datos de entrada.....	360
7.4.5.3. Asignación de valores iniciales a los parámetros de la función.	360
7.4.5.4. Algoritmo de ajuste.	361
7.4.5.5. Análisis del error.....	361
7.4.5.6. Cálculo del punto de igualdad subjetiva (PIS).....	363

7.4.5.7. Determinación de parámetros de sensibilidad y criterio de decisión individual a partir de los datos de salida.....	363
7.4.5.8. Gráficas de ajuste.	363
7.4.6. Teoría de Detección de Señales. Análisis de la sensibilidad y criterio de decisión respecto a la intensidad de la fuerza asociativa de las distribuciones.....	367
7.4.6.1. Análisis de eficacia diagnóstica mediante curvas ROC.	368
7.4.6.2. Análisis comparativo intersujetos. Perfiles de respuesta a la presencia/ausencia de la señal.	371
7.5. Discusión.....	377
8. CONCLUSIONES GENERALES.....	382
8.2. Perspectivas futuras de investigación.	386
8. BIBLIOGRAFÍA.....	388
10. APÉNDICE. PROGRAMACIÓN INFORMÁTICA DE LOS EXPERIMENTOS. ...	417
10.1. PROGRAMACIÓN DEL EXPERIMENTO 1.	418
10.1.1. Programación informática de la Fase I.....	418
10.1.2. Guión (Script) de programación.	418
10.1.3. Programación del procedimiento.....	420
10.1.4. Instrucciones de tarea.	421
10.1.5. Datos de entrada.....	421
10.1.6. Registro de datos.	424
10.3.8. Programación informática de la Fase II.....	426
10.3.8.1. Señal de inicio de ensayo.	426
10.3.8.2. Almacenamiento de datos de entrada.	426
10.3.8.3. Registro de datos. Creación de archivo de recogida.....	426
10.3.8.4. Rutinas de feedback del programa informático.	428
10.3.8.5. Registro de datos experimentales.....	429
10.3.8.6. Datos recogidos.....	429
10.3.8.7. Contadores de recogida de datos.....	431
10.2. PROGRAMACIÓN DEL EXPERIMENTO 2.	434
10.2.1. Guión (<i>script</i>) de programación.	434
10.2.2. Programación del procedimiento experimental.....	435
10.2.3. Programación de pantalla de valoración de Juicio Causal.....	440
10.3. PROGRAMACIÓN DEL EXPERIMENTO 3.	443
10.3.1. Estructura general del programa.	443
10.3.2. Registro de datos de entrada.....	444
10.3.3. Archivo de instrucciones.....	445
10.3.4. Programación del procedimiento de ensayos sucesivos.....	445
10.3.5. Secuencia del procedimiento.	446
10.3.6. Registro de datos del participante.....	447

DECISIONES DE UTILIDAD EN CONTEXTOS DE AMBIVALENCIA COMPLEJA

ANÁLISIS CONDUCTUAL DE EFECTOS DE JUICIO Y CONTINGENCIA HUMANOS

Por

Fco. Javier Herrero Martín

Tesis Doctoral aceptada en la Universidad Complutense de Madrid, Mayo de 2010

RESUMEN

El objeto de esta tesis es estudiar el papel de la contingencia de reforzamiento en los juicios de utilidad bajo condiciones de ambivalencia compleja. En la investigación experimental que se presenta se examina el proceso por el que un sujeto humano, concebido en principio como un agente racional, decide entre alternativas de juicio que reportan ciertos beneficios o expresan utilidades. El proceso de decisión que tiene lugar se estudia manipulando las relaciones de contingencia entre ciertos indicios de estímulo y la recompensa asociada en condiciones donde la utilidad esperada se mantiene constante. La contingencia se manipula en términos de a) densidad de reforzamiento, que establece la tasa de reforzamiento a lo largo de un proceso secuencial de ensayos discretos, de manera que el sujeto se enfrenta a situaciones de combinación variable entre estímulo y recompensa, y en términos de b) probabilidad asociativa entre una clave y los efectos que esa clave anticipa -diseños de tipo predictivo-, o entre una clave y los efectos consecuentes de ésta -diseños de aprendizaje causal.

La hipótesis fundamental de esta investigación es que las variaciones producidas en la densidad de reforzamiento provocan cambios en la representación de la contingencia que se reflejan en modificaciones del patrón de respuestas conductuales del agente, expresado en forma de tasa de respuestas en la presión de teclas en el ordenador y sesgo de juicio respecto a los niveles de contingencia programados. Asimismo, una segunda hipótesis plantea la existencia de patrones de respuesta a la contingencia diferentes entre sujetos conservadores –sujetos que manteniendo controlado el valor esperado, prefieren la alternativa de mayor magnitud- y sujetos arriesgados –sujetos que manteniendo inalterado el valor esperado prefieren la alternativa de mayor probabilidad. Esta hipótesis se somete a prueba mediante dos tipos de diseño: a) una situación de elección discreta en emparejamientos de estímulos concurrentes (Tobler et al. 2007) y b) un procedimiento de *flujo de ensayos*

sucesivos bajo condiciones de sensibilidad a la señal y establecimiento del criterio de decisión, basado en la aplicación de la *Teoría de Detección de Señales* a la evaluación de la contingencia (Siegel et al., 2009).

En el *experimento 1* se emplea un diseño de *aprendizaje predictivo* en el que se presentan de forma combinada dos cadenas de reforzamiento; cada ensayo se presenta aleatoria y alternativamente. El propósito es el control experimental de la densidad de reforzamiento, con dos niveles alto y bajo. Se adoptan dos medidas de la variable dependiente, *la tasa de respuesta* en la presión de la tecla y el análisis de la contingencia se expresa mediante la regla Δp , y la tasa de cambio que se produce en la acción de los sujetos ante la presentación de ensayos de reforzamiento inesperados -denominados *ensayos de efectos paradójicos* en términos de tasa base de reforzamiento, cambio que refleja el impacto de estos ensayos en la representación de la contingencia. Los resultados principales constataron un incremento en la tasa de respuestas sobre la alternativa de respuesta, en las cadenas de alta y baja densidad de reforzamiento. Al mismo tiempo, a medida que aumentó el nivel de tasa de acierto de los sujetos sobre la alternativa programada, se produjo un alejamiento de la representación de contingencia real, Δp , respecto a la programada, tanto para la cadena de baja densidad como para la de alta densidad.

En el *experimento 2* se analizan los efectos del juicio y de la representación de la contingencia en la respuesta de los sujetos. Se presenta un diseño de *juicio causal* en el que se emparejan, a lo largo de bloques de ensayos sucesivos, imágenes con probables recompensas, en función de diferentes condiciones de programación contingente. Éstas se definen mediante la variación controlada experimentalmente de la *densidad* de reforzamiento con dos niveles, alto y bajo, y la *contingencia* con tres niveles, positiva, neutra y negativa. Se adoptan como medidas de la variable dependiente la tasa de respuesta por ensayo y un juicio escalar de variación causal: además se calcula el valor Δp de contingencia representada. El análisis de resultados permite constatar un efecto del juicio de preferencia –expresada en escalas de *agrado*, de acuerdo con el diseño- que se asocia con el patrón de reforzamiento, así como un efecto de la densidad de reforzamiento tanto sobre el patrón de respuesta en los niveles alto, medio y bajo de contingencia programada como sobre el juicio causal.

Por último, en el tercer experimento en que se emplea un procedimiento de *flujo de ensayos* secuenciales -*streamed trial procedure*- (Hannah 2009) y en el que se ofrecía a los sujetos una recompensa económica, se estudia la respuesta del decisor a variaciones conjuntas de densidad, alta y baja, y de contingencia, positiva, neutra y negativa, empleando la *Teoría de Detección de la Señal*. Como medidas de la variable dependiente se adopta la tasa de respuesta por ensayo y bloque, así como los juicios de valor de contingencia emitidos por los sujetos. En un análisis posterior se examinan las medidas de *sensibilidad* y *criterio de decisión*, a partir de la identificación de los *puntos de indiferencia subjetiva* y de los parámetros observados en la matriz de contingencia representacional, Δp . El análisis de resultados permite concluir la existencia de diferencias en la preferencia de respuesta de los sujetos,

diferenciando patrones de *riesgo* y patrones *conservadores* según el individuo establezca su criterio de decisión respecto a la media de las distribuciones de *señal* y *ruido* programados. Estas diferencias de criterio suponen la existencia de diferentes estrategias de decisión del agente según las variaciones de contingencia de reforzamiento programadas.

A la luz de esta investigación, se analiza y discute la tesis de que los cambios en la representación de una situación de decisión en condiciones de ambivalencia compleja vienen a estar racionalmente condicionados, por, al menos, las siguientes manipulaciones experimentales:

- a) La densidad de reforzamiento, que influye en el establecimiento de un modelo de decisión inicial, a partir del cual se configura un patrón de respuesta contingente que asocia recompensas con la presencia o ausencia de indicios, que se emplean como criterios de decisión.
- b) La variación entre el patrón esperado de recompensa y el patrón devuelto por el entorno, que influye en la modificación de la representación de la contingencia de reforzamiento y ésta, a su vez, en el patrón de respuesta del individuo respecto al entorno de decisión.
- c) La actitud del decisor racional frente al riesgo en la decisión. Las personas arriesgadas tienden a cometer un mayor número de *falsos positivos*, lo que interviene en la percepción del patrón de contingencia y su respuesta a la situación experimental, en tanto que las personas conservadoras tienden a cometer un mayor número de *errores*. La consideración conjunta de ambas situaciones arroja perfiles estratégicos de decisión diferentes.
- d) La combinación de experiencia asociativa y conciencia sobre la contingencia, que limita las posibilidades de establecimiento de inferencias causales, particularmente en situaciones ambivalentes, en las que la información suministrada supone una exigencia muy alta de recursos de memoria.

La investigación experimental realizada aporta evidencia sobre la relación directa y significativa entre *decisión*, *representación de la contingencia*, *densidad de reforzamiento* y *conducta*, expresada ésta última en términos de juicio y respuesta motora. A diferencia de las tesis puramente asociativas de aprendizaje, el marco estadístico e inferencial en el que se encuadran los resultados de este trabajo se expresa en la relevancia de la interpretación causal subjetiva de la situación instrumental de reforzamiento, aún cuando, como es el caso, la habilidad para formar un patrón estable de respuesta en la representación de la contingencia implica un reto para la cognición humana, un reto que se ha de resolver racionalmente en contextos en los que existe interacción de claves. En estos términos, el establecimiento de inferencias predictivas y causales, a nivel local, influyen de manera crítica en la percepción global de la representación, modificándola y facilitando marcos de referencia decisional que varían a través de la experiencia de aprendizaje.

Finalmente se concluye que la complejidad situacional de un entorno de decisión ambivalente establece un marco adecuado y válido para el estudio experimental de la cognición humana, así como para la comprensión de la complejidad psicológica de la decisión, al tiempo que se abren nuevas vías, a nuestro juicio prometedoras para la investigación futura.

PREFACIO

La aparente simplicidad con que nos movemos por el mundo no es más que una metáfora. Cuando descubrimos la capa, el envoltorio, superficial de la realidad que gobierna los actos, se revela toda la complejidad con que un cerebro como el humano, su mente, o como el de numerosas especies animales, hace frente a los retos de la adaptación, día a día, minuto a minuto, a través del continuo relativo del tiempo.

Al comenzar a escribir esta tesis, una idea difusa y un tanto romántica se atisbaba en el horizonte de investigación. Adentrarnos en el recóndito espacio del pensamiento estratégico humano, de cómo las personas son capaces de deliberar ante opciones de riesgo, de anticipar sus consecuencias probables y de, en un paso crítico del proceso, decidirse por aquella que más conviene a una situación dada, se perfiló como una querencia personal, el motor esencial que una apuesta de varios años de trabajo como este requieren como anfitrión.

La decisión de este modo, constituye el motivo central de este trabajo que a continuación se presenta. Esta adaptación constante anteriormente aludida impulsa a los seres vivos a mirar hacia las posibilidades de éxito o de fracaso, de recompensa o de castigo, de vida o de pérdida. Decidir implica ponderar las candidaturas posibles. Ponderar implica identificar las opciones. Identificar supone reconocer la relevancia frente al *ruido de fondo*.

Posiblemente por estas mismas ideas, la visión sistémica caracteriza el discurso escrito. El individuo está determinado por sus propias capacidades, pero también por su entorno. El contexto en el que vive supone un reto, a su vez, para los recursos de procesamiento. La validez de los procedimientos de laboratorio se pone a prueba constantemente, confrontando los resultados con aquellos observables en un entorno de actuación en el que las fuentes de variación estimular son múltiples.

La decisión está marcada por la utilidad y la utilidad por el valor atribuido. El contexto impone escenarios de actuación, restringiendo, acotando en la medida en que se establecen límites, a veces difusos, a veces *improbables* e *inciertos*, esto es, marcados por el *riesgo*. Es ahí donde la decisión se complejiza, no por el acto en sí de decidir sino por la propia complejidad de un contexto abundante en información.

La investigación psicológica sobre aprendizaje y decisión ha puesto de manifiesto la relevancia de la consideración del análisis subjetivo de la contingencia de reforzamiento como condición necesaria y suficiente en el proceso de condicionamiento. La decisión compleja supone, además, gestionar múltiples variables del entorno que inciden en la capacidad del sistema biológico humano de ponderar candidatos posibles y extraer relevancia informativa para la decisión. La codificación de estas variables representa la

posibilidad efectiva de hacer frente a la variabilidad contextual en términos de riesgo, probabilidad de ocurrencia e incertidumbre informativa. La búsqueda del equilibrio adaptativo entre todas ellas permite administrar los recursos cognitivos individuales de cara a la consecución del éxito, considerado en términos de racionalidad psicológica.

La tesis que a continuación se presenta profundiza en la fundamentación teórica sobre los principios reguladores de la racionalidad humana, del aprendizaje asociativo, del análisis de la causalidad humana y de las características psicológicas de la contingencia, como elemento propulsor de los procesos de decisión racional. A su vez, introduce la investigación doctoral, a lo largo del diseño y realización de tres experimentos cuyo objetivo es, por una parte, analizar el impacto de la contingencia y la densidad de reforzamiento sobre la conducta individual en diseños de tipo predictivo y de tipo causal y, en el experimento final, definir perfiles interindividuales en función de la sensibilidad y criterio de decisión frente al escenario de contingencia programada.

Más concretamente, en la primera parte de la tesis se establece un marco adecuado de fundamentación para enfrentar la tarea experimental. Intentar agrupar, en la medida de lo posible, con humildad pero con sentido y rigor, las fuentes relevantes de variación en la decisión compleja. Así, se plantean cuatro capítulos que llevarán al lector por un camino que supone un recorrido inevitable. Prueba de ello es que la redacción de este trabajo revela, en sí mismo, un proceso de construcción autocontenido, en el que las piezas de la estructura se han ido ensamblando a medida que se definían los niveles de concreción progresivos. Con ello, el capítulo inicial, trata de establecer las condiciones necesarias para la comprensión del concepto de *utilidad* en la decisión, particularmente aquella que se define en términos de riesgo e incertidumbre, diferenciando aspectos normativos de aquellos que nos ocuparán posteriormente, en una visión descriptiva más propia de la investigación psicológica actual. El tramo final ocupa un tema importante, relativo al modo en que se configuran las representaciones a partir de la realidad externa, en torno a la visión actual de los modelos de *procesamiento dual* en la decisión.

El segundo capítulo de la fundamentación propone una revisión básica de los principios reguladores del *aprendizaje asociativo*, cuyo foco de investigación tradicional ha sido la experimentación animal, a partir de la cuál surgieron las principales corrientes y modelos reconocidos en la actualidad. El objetivo de este apartado fue encontrar aquellos aspectos *configurales* y relacionados con la experiencia de aprendizaje que determinan la asociatividad estimular, así como comprender en la medida de lo posible sus limitaciones, cuestiones clave que han servido y sirven hoy en día como elementos continuos de renovación, avance, revisión y discusión experimental.

El correlato humano de la investigación animal sobre condicionamiento y aprendizaje asociativo llevó el discurso hacia la identificación de los procesos de causalidad en humanos. La explicación de la atribución causal establece un punto central en este apartado, desde el cual se proyecta la descripción de la

dinámica de construcción de la *representación* orientada a la decisión. En particular, el modo en que los argumentos *asociativos*, *estadísticos* e *inferenciales* contribuyen a la forma en que las personas analizan las variables informativas del entorno, ponderan y establecen espacios racionales de decisión y generan modelos que se incorporan a los ya existentes en los planos de memoria, dispuestos para futuras ocasiones.

Por último, en el capítulo final, la fundamentación de la tesis centra su interés en la *contingencia*, objetivo básico de consideración general, dada su relevancia en el proceso global de adaptación de las especies a los contextos complejos de actividad. Las representaciones sobre las *covariaciones* entre estímulos presentes en los mecanismos de condicionamiento, los modelos competitivos entre señales *concurrentes* o *ausentes* y la estructura de decisión, *predictiva* o *causal*, son los ejes concurrentes de análisis del relato. De este modo, la variación de la conducta humana ante la modificación de las condiciones propias de la contingencia programada pueden ser estudiadas, particularmente, sobre la fuente de los modelos de *detección de señales*, instrumento que se propone como modelizador operativo de la fase experimental subsiguiente.

La segunda parte de la tesis se ocupa de la investigación experimental. En ella, se presentan tres experimentos que intentan dar cuenta, desde diferentes ópticas, del modo en que las variaciones en la contingencia influyen en la conducta humana. Así, el primer experimento sigue un modelo de aprendizaje *predictivo* de la recompensa, combinando dos cadenas de condicionamiento que se alternan de manera secuencial. La inspiración para el mismo se relaciona con las situaciones de la vida real en la que, con frecuencia, las decisiones no se toman en función del análisis de conjuntos aislados de *candidatos*. Al contrario, la concurrencia de secuencias de contingencia entre estímulos y resultados hace necesaria la diferenciación entre fuentes de información como base para la estimación predictiva y el establecimiento de juicios apropiados de decisión.

En el segundo experimento se establece un diseño de juicio causal en el que los sujetos, a diferencia de la situación anterior deberán generar una dinámica representacional inversa, esto es, de las causas probables a las consecuencias posibles. Como variable independiente se manejarán en este caso distintos niveles en la programación de la contingencia presentada y se observarán los resultados tanto sobre la respuesta directa del sujeto a través de la pulsación sobre el teclado como sobre la estimación de los juicios emitidos por los mismos tras cada bloque de ensayos. Así mismo, uno de los propósitos de este trabajo será establecer las oportunas relaciones entre variación de la contingencia, efectos de densidad y respuesta humana, así como observar posibles efectos derivados del aprendizaje condicionado a lo largo del proceso, estimados a partir de los cambios en la percepción de los estímulos presentados.

Por último, el experimento final se ha diseñado con la intención de reconocer un marco de intervención experimental adecuado de desarrollo que permita realizar estimaciones sobre la representación del riesgo en la decisión por

parte de los sujetos participantes. Así, se manejarán como medidas dependientes la sensibilidad subjetiva y el criterio de decisión a lo largo de la variación de la contingencia, junto con las estimaciones individuales de juicio contingente a lo largo del procedimiento experimental. El objetivo final pasa por definir no sólo la influencia posible de la variación de la contingencia en términos de fuente externa, contextual, de variabilidad, sino también analizar aspectos intra-sujeto que influyen, desde el modelo individual de procesamiento cognitivo, en la forma en que el riesgo es asumido y, por tanto, en la forma en que los individuos se enfrentan a la tarea de decisión.

Con objeto de facilitar el proceso experimental se ha recurrido a la programación informática, de factura propia, de los experimentos. De esta manera, tanto la recogida de datos como la posterior tabulación y análisis estadístico, han podido seguir un curso lógico de actividad. A tal fin se ha definido un entorno de *código abierto*, dada su flexibilidad y posibilidades de ajuste a los objetivos experimentales de la tesis. Del mismo modo, se ha recurrido al uso de instrumentos de diseño y manipulación de los datos conforme a los requerimientos actuales de la investigación psicológica.

Javier Herrero Martín. Mayo de 2010

CAPÍTULO 1. LA RACIONALIDAD HUMANA Y EL SENTIDO DE UTILIDAD EN LA DECISIÓN.

«Y le diré una cosa —escribe en el último capítulo del libro, titulado "Nunca más"—: Si tiene usted el deseo de saber y el poder para hacerlo realidad, vaya y explore. Si es usted un hombre valiente, no hará nada; si es un hombre miedoso, es posible que haga mucho, pues sólo los cobardes tienen necesidad de demostrar su valor. Hay quien le dirá que está chiflado, y casi todo el mundo le preguntará: "¿Para qué?" Y es que somos una nación de tenderos, y ningún tendero está dispuesto a parar mientes en una investigación que no le prometa un rendimiento económico antes de un año. Así que viajará usted prácticamente solo con su trineo, pero quienes le acompañen no serán tenderos, y eso tiene un gran valor. Si hace usted su correspondiente viaje de invierno, obtendrá su recompensa, siempre y cuando lo único que desee sea un huevo de pingüino.»

Cherry-Garrard, A. *El Peor Viaje del Mundo*. Pág. 473

Tomar la decisión de participar en una expedición antártica parecía, a vista de la mayoría de sus contemporáneos, una temeridad. Algo fuera de toda razón, que declaraba, sin duda, el carácter claramente diferente de un reducido grupo de personas aparentemente *hechas de otra pasta*, cuyo objetivo fundamental, más allá de la recogida durante las primeras fases de incubación del mayor número posible de huevos de *pingüino emperador* para investigar su embriogénesis, permanece, aún hoy, casi imposible de explicar. ¿Qué motivo puede impulsar a un hombre a arriesgar su vida, conociendo el *riesgo* límite, a adentrarse en un entorno inhóspito, en el que la *incertidumbre* otorga un denominador común a lo desconocido?

El 14 de diciembre de 1911 el noruego Roald Amundsen y su grupo alcanzaron, por primera vez, el Polo Sur. Ése mismo día se supo directo vencedor del duelo mantenido durante meses con el Capitán Robert Falcon Scott. Entre el 20 y el 25 de enero realizan el ataque final alcanzando el punto que señala la latitud 90°. Por su parte, la expedición de Scott, como es conocido, no siguió la misma suerte. Tampoco sus propósitos eran iguales a los de Amundsen. El 26 de junio de 1911 tres hombres de su expedición, Edward Wilson, Henry Bowers y el joven Apsley Cherry-Garrard emprendieron una brutal travesía en el invierno polar, con temperaturas de más de 60° bajo cero, en busca del lugar donde incuba el pingüino emperador. Pasaron 19 días en condiciones infrahumanas, tan terribles que a punto estuvieron de hacerles perder el juicio. Pudieron recoger cinco huevos; al poco, Cherry-Garrard, miope y habiendo perdido sus gafas durante la terrible ventisca, rompió dos, y con los tres restantes emprendieron el viaje de regreso, aún más duro si cabe, tanto que él mismo escribiría en su diario que “un extremo de tal sufrimiento no

puede medirse: la locura o la muerte pueden resultar un auténtico alivio”, anotando, para ese día, la temperatura registrada de 77° bajo cero.

Treinta y cuatro días después de la conquista del Polo Sur por Amundsen, Scott y su grupo lo alcanzaron. La decepción, junto con la carta recogida y escrita días atrás como testimonio por el líder de la expedición noruega, fueron sus últimos compañeros de viaje, tras 1500 kilómetros recorridos de marcha infernal. El 21 de marzo de 1912, los tres miembros del grupo que aún quedaban se encontraban a tan sólo 17 kilómetros del depósito de *Una Tonelada*, el lugar que significaba la salvación. Curiosamente, cuando los compañeros de expedición encontraron sus cuerpos sin vida, el 12 de noviembre de ése mismo año, siete meses después, hallaron en el trineo que arrastraron hasta la extenuación catorce kilos de fósiles y rocas variadas.

¿cuánto vale un huevo de pingüino?

1.1. La noción de razón

Podemos entender el concepto de razón en un sentido normativo, definible en términos de “las normas que gobiernan un cuerpo de pensamiento reconocido como autoridad, en el seno de una cultura” (Stinchcombe, 1990, 1999). Así, la ciencia, la ley o la contabilidad son disciplinas gobernadas por la razón. Por razón se puede entender un método socialmente establecido para calcular algo a lo que se le otorga el reconocimiento de autoridad en un caso dado. Así, cuando la corte de apelación establece una norma como jurisprudencia, dispone de un marco regulador –un paradigma de autoridad- para razonar de la misma manera en casos similares. Lo que convierte a las normas de racionalidad en algo normativo es el hecho de que, cuando la gente llega al acuerdo de participación conjunta en una ciencia, acuerdan un conjunto particular de normas de razonamiento que serán consideradas por ellos como normas de autoridad, a menos o hasta que ése cuerpo de normas de razonamiento sea superado por la aplicación de un orden superior o de mayor grado de principios de razonamiento.

Stinchcombe planteaba la existencia de diferencias significativas entre las personas cuando explican el impacto de las consecuencias de la razón frente al impacto de, o las consecuencias sistémicas de, la racionalidad. Estas diferencias se manifiestan a nivel de motivos de conducta, en la efectividad de la acción o en las posibilidades de desarrollar el uso de la racionalidad a niveles de explicación superiores.

El mismo autor define el término “racionalidad” como “la conducta individual que maximiza los beneficios y minimiza los costes de consecución de determinados objetivos individuales y grupales, tales como los de las unidades familiares, empresas”. La racionalidad es normativa, por tanto, siempre que una persona pueda derivar un curso de acción adecuado a partir de un conjunto propuesto de objetivos.

Un razonamiento formal expresado en los anteriores términos puede ser útil para los individuos que desean comportarse racionalmente por varias razones: por un lado, algunos tipos de razones son de autoridad porque se suponen como las respuestas adecuadas a situaciones concretas. Así, los juicios periciales sobre cuestiones técnicas específicas son considerados como racionales por parte de un agente racional que demanda tal consulta. Sin embargo, a pesar de ello, las compañías aseguradoras con frecuencia abogan por otro tipo de soluciones dado que, de lo contrario, perderían dinero con las respuestas de autoridad consideradas como racionales anteriormente.

En ocasiones, el paradigma de acción racional puede ser, a su vez, controlado por un paradigma social de tipo normativo. Tal es el caso de las situaciones en las que los mecanismos de auditoría se ocupan de establecer criterios de racionalidad basados en convenciones generales, por encima de la racionalidad de la gestión contable de una firma empresarial –preocupada, por ejemplo en mantener unos activos de inventario actualizados a su valor de mercado-, cuando se encargan de controlar el efecto de sobrevaloración de los activos en tiempos de inflación, con lo cual protegen a los inversores y accionistas de la compañía.

La racionalidad puede hacer uso de paradigmas normativos sociales como autoridad para conseguir objetivos de tipo privado, de la misma forma en que algunos paradigmas de razón socialmente establecidos pueden contener secciones que fueron adoptadas a partir de la teoría de la acción racional. Así, cuando al auditor se le demanda una valoración racional, en realidad se le pide que siga las normas establecidas con objeto de alcanzar un juicio de autoridad de acuerdo al nivel profesional que representa, más que solicitarle cuál sería su nivel de actuación individual más racional. Mientras que una compañía que sobrevalúa su *stock* y, con ello, no vende cuando lo debería haber hecho, actúa irracionalmente, su irracionalidad no tiene por qué ser una violación de la responsabilidad institucional, en los mismos términos que lo sería para el auditor, en calcular correctamente según un cuerpo de normas establecidas, dado que la gestión de la compañía no es responsable de conocer todas las convenciones de una administración óptima. Ello supone una diferencia crucial entre un agente particular y una compañía a la hora de usar la teoría de la acción racional. El hecho fundamental expresado es que la explicación de un determinado acontecimiento de razón en el entorno social no tiene, en general, por qué ser igual que la explicación de la racionalidad. Así, los juicios sobre la evolución de los temas sociales de mayor preocupación social, planteados por los propios habitantes no tienen por qué coincidir con lo esperado racionalmente si se ponen los mecanismos correspondientes para llevarlos a cabo.

En la actualidad, los científicos cognitivos reconocen dos tipos de racionalidad: *instrumental* y *epistemológica*:

- Racionalidad *instrumental*: todo comportamiento respecto al mundo según el cuál un individuo consigue exactamente aquello que quiere conseguir, dados los recursos, físicos y mentales, disponibles. En este sentido, la maximización de la utilidad esperada supone un modelo de

juicio racional que emplea mecanismos de racionalidad instrumental (Dawes, 1998; Hastie & Dawes, 2001; Wu, Zhang, & Gonzalez, 2004).

- Racionalidad *epistemológica*. Se refiere a la forma en que las creencias encajan en la estructura actual del mundo. Este concepto también se conoce como *racionalidad teórica* o *racionalidad de la evidencia* (Manktelow, 2004; Over, 2004).

Desde un punto de vista psicológico, el concepto de razón ha sido el eje fundamental de la teoría de la decisión, durante las últimas décadas de investigación. De hecho, la visión particular de la racionalidad humana ha dado lugar, como se expondrá a continuación, a la presencia de diferentes ópticas o enfoques teóricos, agrupados, a su vez, en forma de modelos descriptivos o normativos sobre la conducta humana. En particular, a modo de recopilación inicial en relación a la línea argumental de esta tesis, consideramos la presencia de tres consideraciones teóricas diferentes (Marewski, Gaissmaier, & Gigerenzer, 2009):

- *Racionalidad ilimitada/normativa*. Asume que una persona conoce toda la información relevante de una situación dada, lo que incluye: a) las diferentes alternativas; b) sus consecuencias, y c) las probabilidades asociadas a cada una de sus consecuencias. Además, considera la existencia de un tiempo ilimitado de juicio y decisión, una capacidad de memoria sin errores y una alta capacidad computacional (capacidad de procesamiento de información).
- *Racionalidad limitada*. Considera que la racionalidad normativa muestra una descripción irreal de la forma en que las personas toman decisiones. Según esta visión, los recursos temporales, de conocimiento y de capacidad de cómputo humanos, son limitados. Por ello, las personas se apoyan en estrategias sencillas para alcanzar los objetivos de decisión propuestos y así maximizar, con ello, la efectividad de los recursos limitados disponibles. De acuerdo con este marco conceptual, la acción subjetiva se desvía de lo preestablecido por las leyes de la lógica o de la maximización subjetiva de la utilidad esperada, lo cual puede ser explicado en términos del empleo de procedimientos heurísticos por parte de las personas.
- *Racionalidad ecológica*. Supone la disposición de un marco heurístico de adaptación y postula que la conducta es función tanto de la cognición como del entorno (H. A. Simon, 1990). Los marcadores de esta visión suponen el hecho de que la racionalidad no es únicamente limitada, sino también *ecológica*. Un heurístico puede considerarse ecológicamente racional en función del grado de adecuación de la estructura al entorno. En lugar de la existencia de una herramienta “universal” –normativa– capaz de hacer frente a todas las condiciones de entorno posibles, este enfoque considera que los seres humanos poseen un repertorio de heurísticos altamente especializados que les son útiles para resolver tareas específicas en entornos específicos. Gigerenzer y cols. (Brandstatter, Gigerenzer, & Hertwig, 2008; Gigerenzer, 2001;

Gigerenzer & Selten, 2001) han denominado a esta colección de estrategias cognitivas, junto con las capacidades fundamentales que las hacen operativas, como la *caja de herramientas adaptativa*.

1.2. Modelos normativos y modelos descriptivos.

Antes de continuar en la descripción del conocimiento psicológico sobre la decisión, es preciso realizar un apunte sobre dos dimensiones básicas en la expresión de la conducta del agente decisor. Hasta aquí, se han establecido los elementos precursores de una visión más actual, la cuál servirá como una de las bases esenciales en la fundamentación de esta tesis.

Los orígenes del análisis de la decisión tuvieron un componente esencial de análisis formal, en términos lógicos y, particularmente, económicos, de tal modo que el objetivo fundamental de estos modelos, denominados como hemos visto *normativos o prescriptivos* (Selten, 1996), fue establecer una relación estrecha y formalista en términos económicos, más que explicativa, del porqué de la actuación de los agentes decisores ante diferentes situaciones de elección. Así, la visión normativa analiza las decisiones que debe tomar un agente racional –ideal-, mientras que la visión prescriptiva intenta determinar la manera en la que los individuos pueden elegir, maximizando su eficacia, dadas sus limitaciones cognitivas y las limitaciones informativas de la situación. Con ello, los axiomas declarados en la TUE sirvieron de base para expresar cuándo una decisión es racional o no, en relación a la posibilidad del sujeto de maximizar la utilidad esperada en una situación dada.

En concreto, en el ámbito de las decisiones de riesgo, esto es, en aquellas situaciones en las que la devolución de los posibles resultados se establece dentro de un cierto rango de probabilidades, fueron propuestos numerosos modelos, denominados de *elección bajo condiciones de riesgo*, dirigidos a explicar las violaciones consistentes, incluso, de la teoría de la utilidad esperada. De algunos de ellos se hablará posteriormente.

La segunda dimensión en el camino de análisis e investigación de los procesos de decisión vino presentada de la mano de la contribución psicológica a su estudio. Esta dimensión ha sido denominada como *positiva o descriptiva*. Así, las primeras consideraciones realizadas respecto al entorno psicológico de decisión –por ejemplo, como veremos posteriormente, el análisis de las situaciones de *enmarcado* de la decisión- supusieron, al mismo tiempo, una complicación y un enriquecimiento en la capacidad de análisis de la elección. De hecho, la búsqueda de regularidades en la relación entre los seres humanos y el contexto de aprendizaje y, en particular, del contexto de decisión, supuso, especialmente a partir de la aparición de las *teorías de prospectos* (Kahneman & Tversky, 1979b) y de la *racionalidad limitada* (H. A. Simon, 1955), un avance fundamental en el conocimiento de los procesos regulatorios de la actividad humana.

Así pues, a la dimensión caracterizada por su interés en la perspectiva económica y el impacto de las decisiones sobre los bienes y las transacciones, se unió la explicación y descripción de la conducta del decisor en términos psicológicos, cuyo análisis de la dinámica interna de los procesos de evaluación de las situaciones se situaba en la base del proceso asociativo de aprendizaje humano. Esto último constituyó, en sí mismo, un reto. De hecho, aún hoy supone uno de los más altos desafíos de la psicología contemporánea y, por ello, uno de los propósitos que fundamentan esta tesis.

1.3. La situación de decisión: características fundamentales.

La formulación canónica de una situación de decisión normativa contiene (D. Bell, Raiffa, & Tversky, 1988):

- un sujeto que muestra una serie de preferencias en relación con una decisión que tiene que tomar.
- Las preferencias sobre las alternativas de decisión, las cuales han de mostrar una consistencia lógica.
- Una serie de principios fundamentales, con objeto de determinar la lógica del sistemas de preferencia ante una situación dada; de entre ellos, los más relevantes son:
 - *Transitividad*. Dadas tres alternativas de elección, *a*, *b* y *c*, se cumple que si *a* es preferida a *b* y *b* lo es a *c*, entonces la opción *a* es preferida a *c*.
 - *Compleitud*: Dadas dos opciones de elección, *a* y *b*, debe cumplirse que, o bien, *a* es preferido a *b*, o *b* es preferida a *a*, o bien, existe indiferencia respecto a ambas.
 - *Asimetría*. Si en una situación de decisión la opción *a* es preferida estrictamente a *b*, *b* no es preferida estrictamente a *a*.
 - *Simetría de la indiferencia*. Dadas *a* y *b*, si *a* es indiferente a *b*, *b* es indiferente a *a*.

Para poder determinar los juicios de preferencia de una persona, así como su ordenamiento jerárquico, estos principios básicos deben cumplirse. En tal caso, el sujeto mostrará un comportamiento racional. En caso contrario, su conducta se podrá considerar como irracional. Además, su cumplimiento supone la posibilidad de asignar valores cardinales –numéricos– a las preferencias en relación a una *función de utilidad* (Ríos, 1995).

Una segunda característica de los sistemas de decisión afecta a su diseño. Así, la decisión puede ser *paramétrica*, cuando las estimaciones sobre la acción decisoría afectan a un estado o parámetro, o *estratégica*, cuando las

decisiones dependen de la acción decisoria de otras personas (Aguiar, 2004). A lo largo de la tesis nos ocupará exclusivamente una línea argumental sobre los procesos de la decisión en términos paramétricos.

Respecto a la cantidad de *información* en juego, las situaciones de decisión pueden ser:

- de *certidumbre*, cuando la información relativa a todas las consecuencias posibles de una alternativa es conocida totalmente.
- de *incertidumbre*, o bien, de *riesgo*, en el caso de que exista un desconocimiento parcial o total de las consecuencias de las acciones decisorias. La primera referencia a la diferencia entre los términos riesgo e incertidumbre fue hecha por F. Knight (Knight, 1921), quien entendió por riesgo una situación en la que no existe certeza sobre el resultado de la decisión, si bien se conocen las probabilidades asociadas a las distintas alternativas, mientras que el término incertidumbre aludía a una situación caracterizada por el desconocimiento del resultado final y también un desconocimiento de las probabilidades objetivas asociadas a cada alternativa.

Siendo, por tanto, el caso de que, bajo condiciones de incertidumbre, las personas se encuentran con dificultades predictoras a la hora de establecer la relación entre la probabilidad asociada a un suceso y las posibles recompensas, ¿en qué medida establecen sus juicios de preferencia?. Esta consideración desembocó en la necesidad de establecer criterios normativos de decisión, en relación a la gestión de la información contenida en una situación dada.

Las personas, se enfrentan en la vida ordinaria a multitud de situaciones en las que han de decidir sin conocer directamente las atribuciones probabilísticas condicionadas a cada una de las opciones posibles (argumento que desarrollaremos, especialmente, en los capítulos segundo y tercero de la tesis). No obstante, deben disponer de un modelo de representación organizada acerca de las preferencias sobre las mismas. Si no se expresan directamente, el individuo deberá generarlas de alguna forma. De lo contrario, no podría decidir, o bien, sus decisiones serían completamente aleatorias o determinadas en su totalidad por las condiciones del entorno. Para desentrañar la estructura de este tipo de situaciones, los modelos normativos de decisión establecieron una serie de criterios fundamentales (Aguiar, 2004; Martínez-Arias, 1991):

- Criterio *maximín*. Dada una situación de decisión, en la que se desconocen las probabilidades asociadas a cada uno de las alternativas de las loterías en juego, debe elegirse aquella lotería que asegure el *máximo de los mínimos posibles*, es decir, la que no contenga el peor resultado posible en cualquiera de sus alternativas, frente a las otras (Wald, 1950). Consideremos el siguiente ejemplo:

Estados		alternativas	
		A	B
		Viajar en coche	Viajar en avión
Hace sol, un día espléndido	1	Es un día para ver el paisaje (98)	No compensa el tiempo de espera (15)
Llueve	2	Hay que tener precaución (60)	Aumenta el riesgo (40)
Nieva y algunos puertos con cadenas	3	Me quedaré bloqueada/o (5)	La mejor opción, al volar por encima de las nubes (90)
Buen día pero obras en la carretera	4	Elegiremos una ruta alternativa, pese a la incomodidad (75)	Es una buena opción, entre otras (60)

Según este criterio, una persona tiende, en una situación como la dada, a maximizar el resultado en base a la eliminación del peor resultado posible. Supuestas las correspondientes utilidades asignadas –entre paréntesis- a cada alternativa, observamos que la peor situación sería coger el coche en situaciones adversas, esto es, la opción A3, mientras que la peor alternativa de la opción B ofrece un valor de utilidad para el agente de 15. Bajo estas condiciones, dado que la persona no conoce las probabilidades de ocurrencia de cada suceso, lo aparentemente racional sería descartar la opción A, desatendiendo el resto de alternativas y decidiendo viajar en avión. De este modo, en la peor de las situaciones, la valoración de la situación sería mayor que la peor de las opciones de A. Por esta argumentación, el criterio *maximin* tiene un carácter *conservador*.

- Criterio *maximax*. Lo que sucede en función de esta *regla de decisión* es que lo que tendrá el agente decisor en cuenta es, ante todo, el mejor resultado posible de cada una de las dos alternativas. Dado que, en esta ocasión, la opción A1 revela una utilidad de 98 frente a B3, cuya utilidad es de 90, debería inclinarse por la alternativa de ir en coche. Dado que, en este caso, la estrategia de apuesta contiene el riesgo de una mayor pérdida –recordemos, la opción A3- podría decirse que tiene un carácter *arriesgado*, a diferencia de la situación anterior
- Criterio *minimax*. En este caso, la regla de decisión establece que, para cada uno de los sucesos presentes, el agente debería establecer un diferencial marginal entre la utilidad asignada para la alternativa en cuestión y el máximo potencialmente alcanzable respecto a ése suceso dado (Tabla 1), de tal forma que el resultado es una representación de la utilidad condicionada en base a la comparación con los resultados correspondientes en las demás alternativas. El criterio establece, por último, que la decisión se realiza sobre la alternativa que minimice esa correspondencia, lo que equivaldría, en nuestro caso, a la opción B (viajar en avión).

Tabla 1. Resultados de la aplicación del criterio *mínimax* en la ponderación de alternativas.

Estados		alternativas	
		A	B
		Viajar en coche	Viajar en avión
Hace sol, un día espléndido	1	0	83
Llueve	2	0	20
Nieva y algunos puertos con cadenas	3	85	0
Buen día pero obras en la carretera	4	0	15
Correspondencia máxima		85	83

- Criterio de *Hurwicz*. A modo de planteamiento intermedio entre el positivismo del *maximin* y el conservadurismo del *minimax*, L. Hurwicz, premio Nobel de economía en 2007, consideraba que las personas debían ordenar las alternativas en función de la media ponderada de los *niveles de seguridad y optimismo* (K. J. Arrow & Hurwicz, 1972; Hurwicz, 1951), esto es, la suma ponderada de los resultados extremos de los diferentes sucesos para cada curso de acción. Si, en el ejemplo dado, un sujeto atribuye un valor equivalente a, por ejemplo, $v=3/4$, al peor resultado de A y al peor de B, entonces asignará un valor de $(1-v)=1/4$ a los mejores resultados de ambas. El criterio de Hurwicz establece, que las preferencias quedarán de la siguiente forma:

$$A = 5 \times \frac{3}{4} + 98 \times \frac{1}{4} = 28,25$$

$$B = 15 \times \frac{3}{4} + 90 \times \frac{1}{4} = 33,75$$

Puede observarse que, en este caso, la opción elegida sería la B, es decir, el agente decisor se inclinaría por volar en avión.

- Criterio de *razón suficiente de Laplace*. La observación de las reglas precedentes desconsideraba parcialmente los eventos intermedios en la decisión. La regla de Laplace (también conocida como *principio de la razón insuficiente* o *principio de indiferencia*) establecía la asignación de probabilidades equivalentes para cada opción –dado que en origen se desconocían– de modo que se elige aquella alternativa que arroja un mayor valor esperado (utilidad esperada) resultante (Laplace, 1814; Raman, 2000). En el ejemplo:

$$A = 0,25 \times 98 + 0,25 \times 60 + 0,25 \times 5 + 0,25 \times 75 = 59,5$$

$$B = 0,25 \times 15 + 0,25 \times 40 + 0,25 \times 90 + 0,25 \times 60 = 51,25$$

En este caso, de nuevo, se observa como el resultado inclina la decisión hacia la opción A, esto es, viajar en coche.

En los inicios de la segunda mitad del siglo XX otros criterios de decisión, de orden menor, contribuyeron a la presentación de una visión normativa en la decisión. Lo relevante desde un punto descriptivo es que, como puede observarse a través de las situaciones anteriores, las consecuencias de la decisión tomada no son uniformes. En su lugar, dependen de la regla de decisión empleada, dando lugar, a veces, a resultados contrapuestos.

Como también se extrae de la presentación, dos son las variables fundamentales que incidían en este hecho: una, ya comentada, la regla decisional; otra, la representación subjetiva de la utilidad, a falta de la posibilidad de considerar las probabilidades directas asociadas a cada evento. Por esta razón, pronto se comenzó a analizar la toma de decisiones en relación a las *probabilidades subjetivas* del agente decisor racional, entendiendo, con ello, que aunque se preservasen los criterios racionales de preferencia, los resultados de la acción decisoria no estaban sujetos a un caso único sino que vendrían determinados por el modelo de decisión –el proceso- empleado en la organización categorial de dichas preferencias.

El ordenamiento formal de estos procesos dio origen, a partir de entonces, a la aparición de los modelos normativos y prescriptivos más relevantes sobre teoría económica de la decisión. Por un lado, la teoría *axiomática de la utilidad esperada*, planteada por Von Neuman y Morgenstern en 1947; por otro, a modo de evolución posterior, la *teoría de la utilidad subjetiva*, desarrollada por Savage en 1952. De ambas nos ocuparemos a continuación.

1.4. Racionalidad Económica. Modelos normativos y Prescriptivos.

1.4.1. Teoría del Valor Esperado (TVE)

Como se ha señalado anteriormente, la primera incursión conocida en el campo de la decisión humana a nivel teórico fue la Teoría de la Decisión Racional, un modelo normativo, cuyo principal objetivo fue sentar las bases de funcionamiento económico de los agentes racionales, en términos del análisis lógico y matemático de sus decisiones. Se trataba de predecir cómo actuarían las personas ante situaciones de decisión, al tiempo que establecer que éstas lo harán siempre de forma esperada, en base a los supuestos axiomáticos de la teoría misma.

En un principio, parecían existir ciertos argumentos de peso que soportaban la existencia teórica de un modelo normativo en la decisión. Por un lado, las personas parecían tender a pensar generalmente en ser efectivas en la persecución de sus objetivos, particularmente bajo situaciones en las que hay algún tipo de incentivo u oportunidad de aprender a partir de la experiencia. Se trataría, por tanto, de un proceso de maximización del valor de la elección. En segundo lugar, las decisiones óptimas posibilitan la supervivencia, al disponer al sujeto de mayores o mejores recursos competitivos respecto al entorno, lo que permitiría a algunos individuos imponerse racionalmente sobre los demás en un mercado competidor. En tercer lugar, el atractivo inicial de la teoría, marcada por sus axiomas normativos, parecía ofrecer un adecuado marco explicativo de la conducta de elección humana.

Los precursores del concepto que manejamos en la actualidad de *probabilidad* se remontan a los años cercanos a 1650 (Hacking, 1984), con un significado doble:

- la relativa frecuencia de un resultado aleatorio en ensayos repetidos.
- una medida del grado de creencia del agente decisor en la verdad de las proposiciones o en la posible realización de los eventos del mundo.

La primera acepción da lugar a la consideración de la *probabilidad objetiva*, mientras que la segunda fue considerada como un tipo de *probabilidad subjetiva*. Ambas acepciones jugaron un papel esencial en la aparición de los diferentes modelos alternativos sobre decisión humana, tal y como describiremos en las secciones que siguen a continuación.

Durante el largo período de desarrollo de la que ha sido considerada como la *teoría moderna de probabilidad*, en el siglo XVII, algunos matemáticos ilustres, entre los que se encontraban Blaise Pascal y Pierre de Fermat, asumieron la idea de que la preferencia de una persona ante una situación de decisión –lo

que fue conocido posteriormente como *lotería*- cuyos pagos fueran (x_1, \dots, x_n) , y con probabilidades asignadas a cada pago (p_1, \dots, p_n) , venía dada por la ecuación simple:

$$\hat{x} = \sum x_i * p_i$$

siendo \hat{x} el *valor esperado* respecto a la representación subjetiva de la decisión. La idea básica del pensamiento de Pascal, publicada en 1670 (Pascal, 1958; Pascal, 1948) era que cuando una persona se enfrentaba a una situación en la que aparecían más de una alternativa con resultados probables diferentes, elegía aquella cuyo valor, producto del activo por su probabilidad, fuese mayor. Este criterio, también ha sido reconocido como criterio de *Bayes*. Esta situación sería reconocida como de máximo valor esperado y caracterizaba a la conducta racional del sujeto.

1.4.2. Teoría de la Utilidad Esperada (TUE)

Años más tarde, en 1738, Daniel Bernoulli (Bernoulli, 1954), publicó un libro titulado *Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk*, en el cuál presentaba argumentos claros que parecían poner en cuestión los postulados normativos inicialmente descritos por Pascal.

Tabla 2. Matriz de Pagos del juego de Bernoulli: X = valor de la recompensa; A =valor de la apuesta realizada.

Tirada	Cara	Cruz
Jugar	$X-A$	$-A$
No Jugar	0	0

En su publicación, Daniel Bernoulli exponía un caso de violación de la teoría racional del valor esperado, conocida desde entonces como la Paradoja de San Petesburgo. En realidad, el problema matemático se debió a un primo suyo, Nicolás Bernoulli, quién se refirió por primera vez al hecho en una carta dirigida en el año 1713 a Pierre Raymond de Montmort. Este hecho preliminar originó una

sucesiva serie de intercambios en los que se correspondían las oportunas réplicas y correcciones a la propuesta inicial, en las que llegaría a entrar Daniel Bernoulli, en octubre de 1728.

Para ilustrar el hecho significativo de la primera referencia a una desviación sistemática del principio de racionalidad normativa, supongamos una situación de juego en la que el participante apuesta una cantidad fija al inicio del mismo sobre una serie de sucesivas tiradas al aire de una moneda (***¡Error!No se encuentra el origen de la referencia.***). En el momento en que salga cara, el juego finaliza. Inicialmente, la aparición de una cara devuelve 1 euro, pero si esto ocurre en la segunda tirada en lugar de la primera, el juego devuelve el doble y, así, sucesivamente: 4 euros en la tercera tirada, 8, 16, etc. Siguiendo este procedimiento una persona habría ganado un total de 2^{k-1} euros una vez lanzada la moneda al aire k veces y la probabilidad de obtener una cara en el lanzamiento k es de:

$$p_k = \frac{1}{2^k}$$

Así, por ejemplo, la probabilidad de obtener 2^8 euros, es decir, 256 euros, implica alcanzar la tirada 9 sin que salga una cara, y equivale a 0,0019.

La cuestión fundamental que se planteaba en estas condiciones fue ¿cuánto estaría el sujeto dispuesto a pagar inicialmente en este juego?. Dado que el valor esperado del juego es

$$\left(\frac{1}{2}\right) * 1€ + \left(\frac{1}{4}\right) * 2€ + \left(\frac{1}{8}\right) * 4€ + \dots + \left(\frac{1}{2^k}\right) * 2^{k-1} = 0,5€ + 0,5€ + 0,5€ + \dots + k_{(n-m)}(0,5)€ = \infty€$$

en principio parecería lógico pensar que cualquiera preferiría una ganancia potencial de infinito valor esperado sobre una ganancia cierta y que, por consiguiente, una persona permaneciese apostando a lo largo de las sucesivas ocasiones, siempre que el monto de su apuesta fuese inferior a la mitad de la recompensa recibida. Sin embargo, lo que ocurría es que eran muy pocos los individuos que iban más allá de un reducido número de tiradas sucesivas. La teoría tradicional del valor esperado postulaba que no importaba cuánto estuvieses dispuesto a apostar porque siempre habría algún momento en que los beneficios superarían con creces ese límite. Sin embargo, las personas se mostraban recelosas a entrar en la dinámica del juego, temerosas del valor agregador de las pérdidas puntuales, pequeñas y sucesivas, que pudiesen ir ocurriendo.

La resolución a la paradoja fue propuesta algún tiempo después por Gabriel Cramer y el primo de Nicolás, Daniel Bernoulli. Lo más relevante de su argumento suponía que una ganancia probable de, por ejemplo, 200 euros, no tenía necesariamente el doble del valor que una ganancia de 100 euros para una persona cualquiera, introduciendo, por primera vez, la noción de *utilidad esperada* en el panorama científico y económico de la época. En este contexto –postuló– la gente tendería a maximizar la utilidad esperada, en lugar del valor esperado de una situación de elección múltiple, de acuerdo con una función característica de elección de tipo logarítmico. Según esta función, las personas descuentan progresivamente el valor de utilidad de un activo para ganar en seguridad –bienestar individual–. Con ello, el juego de San Petesburgo tendría una utilidad esperada finita, descrita por la ecuación:

$$U(x) = b \log[(a + x)/a]$$

1.4.3. Axiomatización de la Teoría de la Utilidad Esperada.

La resolución del problema de San Petesburgo estableció un precedente fundamental en la teoría económica de la decisión. El momento inicial de este proceso de revisión de conocimiento fue establecido, sin ninguna duda, por los

trabajos de Von Neumann y Morgenstern (von Neumann & Morgenstern, 1947). De hecho, la reconocida a partir de entonces como *función de utilidad de Neumann-Morgenstern* establecía que, en lugar de utilizar el valor esperado como referencia en la interpretación de la decisión humana ($\bar{x} = \sum x_i p_i$), los juegos de decisión debían ser evaluados en términos del valor de utilidad esperada, esto es, $\bar{u} = \sum U(x_i) p_i$, de este modo una ganancia segura, γ , que tuviera un valor de utilidad equivalente al descrito en el juego de San Petesburgo, o lo que es lo mismo, el *valor de certidumbre* del juego, vendría determinado por la ecuación:

$$U(V + \gamma) = \left(\frac{1}{2}\right) * U(V + 1) + \left(\frac{1}{4}\right) * U(V + 2) + \left(\frac{1}{8}\right) * U(V + 4) + \dots$$

siendo V la propiedad económica actual de individuo. Suponiendo que la utilidad tuviese un comportamiento logarítmico, de la forma

$$U(x) = \ln(x)$$

y que la propiedad actual de una persona fuera de 50.000 euros, su nivel de certidumbre equivalente, γ , tan sólo alcanzaría 9 euros, incluso si el juego tuviera un valor esperado infinito, lo que causaría el retraimiento *racional* en su conducta de elección.

Un segundo elemento fundamental en el modelo de utilidad esperada fue, junto con la determinación de la función de utilidad como marco de referencia normativo de la conducta de decisión racional, la posibilidad de establecer axiomáticamente los principios generales por los cuales tales comportamientos tenían lugar. De este modo, se postularon cuatro principios axiomáticos :

Cancelación: principio por el cuál se plantea la supresión de cualquier estado del mundo que conlleva el mismo resultado independientemente de la decisión individual. Esta noción fue recogida por varios autores en la descripción de las propiedades formales de la elección y constituyó en parte la estructura formal de otros axiomas posteriores, tales como el de *sustitución* (von Neumann y Morgenstern, 1944), el principio del *suceso seguro* de Savage (1955), o la *condición de independencia* (Luce y Krantz, 1971). Así, si A es preferido a B, entonces el prospecto de ganar A si mañana llueve es preferido al de ganar B si mañana llueve, puesto que ambos arrojan el mismo resultado (nada) si no llueve. La cancelación es necesaria, en estos términos, para representar la preferencia entre prospectos como la maximización de la utilidad esperada (Tversky & Kahneman, 1990). En definitiva, la elección entre opciones dependerá de aquellos estados que lleven a resultados diferentes (Martínez-Arias, 1991).

Transitividad. Ya hemos descrito anteriormente cómo este es un principio que refleja los axiomas básicos de las teorías de la decisión racional, tanto en condiciones de riesgo como sin él. Esta asunción es una condición necesaria y esencialmente suficiente para representar la

preferencia en una escala de utilidad ordinal u como en el caso en que A es preferido a B siempre que $u(A) > u(B)$. La transitividad se satisface siempre que sea posible asignar a cada opción un valor que no dependa de otras opciones disponibles y preferiblemente tiene lugar cuando es posible evaluar las distintas opciones por separado y no tanto cuando las consecuencias de una opción dependen de la alternativa de elección con la cuál se compara (como en el caso de las consideraciones del arrepentimiento o la culpa). Por ejemplo,

dados tres resultados posibles, A, B y C, tales que:

A es preferido a B

B es preferido a C

entonces A es preferido a C

Dominancia. Si una opción es mejor que otra en un estado y al menos tan buena como la otra en el resto de estados, la elección dominante suele ser elegida. Una condición adicional, denominada *dominancia estocástica*, tiene lugar cuando consideramos prospectos de riesgo unidimensionales, en los que A es preferido a B si la distribución acumulada de A está situada a la derecha de la distribución acumulada de B.

Invarianza. Representaciones diferentes de un mismo problema de elección resultan en la misma opción de preferencia. Es decir, la preferencia entre opciones sería independiente de su descripción. El concepto de invarianza recoge la intuición normativa de que las variaciones de forma que no influyen en los resultados actuales (presentaciones aleatorizadas), no afectarían a la decisión. La invarianza ha sido también recogida por términos similares, como *extensionalidad* (Arroz, 1982) o *consecuencialidad* (Hammond, 1985).

1.4.4. La Función de Utilidad.

El marco normativo establecido por el conjunto axiomático (más toda una serie de axiomas complementarios y teoremas derivados de ellos) en la propuesta Von Neumann-Morgenstern, supuso, como se ha apuntado previamente, el inicio de un largo proceso de análisis de la conducta de elección y decisión humana (Cañabate, 1997). Alrededor de la función de utilidad, en particular, se

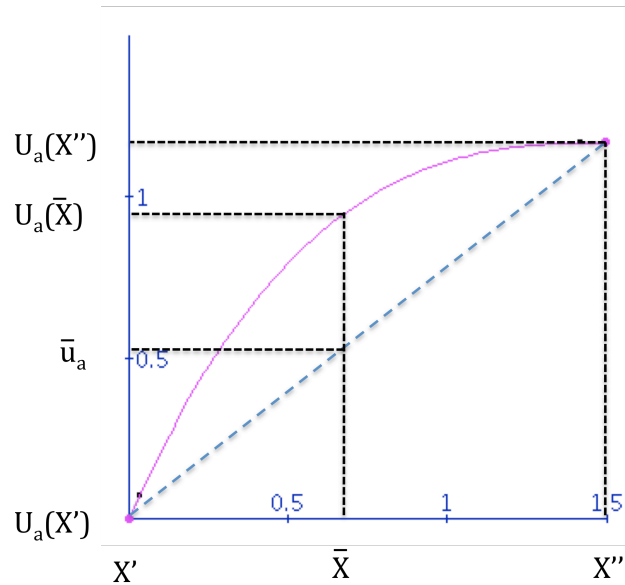


Figura 1. Función de Utilidad Cóncava de un sujeto conservador

podieron establecer varias condiciones lógicas que expresaban, a su vez, formas o patrones prototípicos de actuación de las personas ante situaciones de riesgo. Por ello, antes de avanzar en el fundamento de los modelos relevantes en decisión humana, recogeremos algunas ideas importantes sobre la caracterización de la utilidad como referente en los procesos de elección. Como primera cuestión, cabe explicar que la función de utilidad propuesta inicialmente por Von Neumann-Morgenstern es *cardinal*, lo que significa que está sujeta a transformaciones de tipo

$$a * U(x) + b (a > 0) \quad .$$

Por tanto, las variaciones posibles afectan al cambio de origen sobre el eje vertical, pero no a la forma de la función.

Para representar la dominancia estocástica en la preferencia de los sujetos, la función de utilidad representaba la capacidad de imposición de una alternativa de decisión sobre otra, lo que daba lugar a dos patrones de respuesta posibles: *conservador* y *arriesgado*. Para ilustrar este hecho, consideremos por ejemplo la existencia de una doble alternativa de elección, (x' y x''), cuyas

probabilidades de resultado sean, respectivamente, (p', p'') . El valor esperado del juego,

$$\bar{x} = p'x' + p''x''$$

siendo $p'=1-p''$. Dado que la consideración del valor de utilidad supone la existencia de desviaciones subjetivas en la consideración del valor real del activo, podemos distinguir dos variantes de la ecuación:

a)
$$\bar{u}_a = p'U_a(x') + p''U_a(x'')$$

b)
$$\bar{u}_b = p'U_b(x') + p''U_b(x'')$$

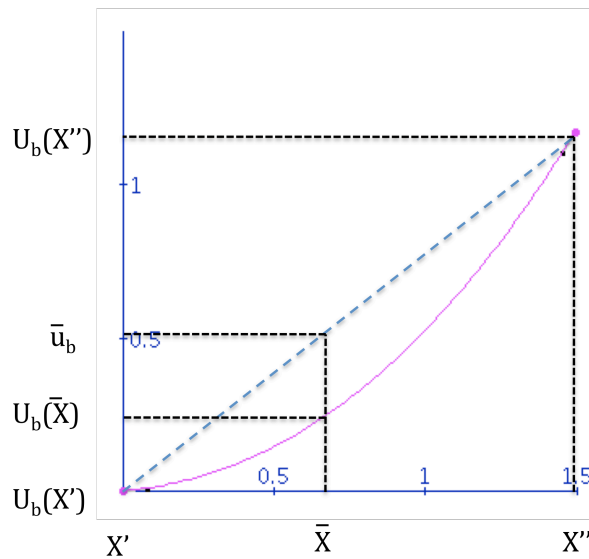


Figura 2. Función de Utilidad Convexa de un sujeto arriesgado.

donde \bar{u}_a y \bar{u}_b son los valores de utilidad asignados a \bar{x} tanto en la condición de aversión como de búsqueda de riesgo. Como puede verse en la Figura 1, una función de utilidad cóncava, $U_a(\cdot)$ supone que:

$$U_a(\bar{x}) > \bar{u}_a$$

esto es, el valor de retorno de la recompensa percibido es mayor que el realmente asignado al juego, en términos esperados, por lo que el sujeto tenderá a conservar el resultado frente a la oportunidad de perderlo. Además, el carácter conservador del sujeto estará relacionado con la distancia marginal devuelta por ambos parámetros,

$$U_a(\bar{x}) - \bar{u}_a$$

de modo que cuanto mayor sea la diferencia, más *resistencia* mostrará un sujeto respecto al juego de apuesta, y con más probabilidad tenderá a conservar el resultado de mayor certidumbre. Lo que es lo mismo, preferirá una ganancia segura de \bar{x} a una probable que sea mayor.

Por el contrario, las funciones convexas manifiestan un tipo de comportamiento arriesgado. En la Figura 2, puede observarse este hecho singular. Para toda función de utilidad convexa, $U_b(\cdot)$, se cumple que

$$U_b(\bar{x}) < \bar{u}_b$$

por lo que una persona no tendrá demasiado reparo a arriesgar sobre otra cantidad de mayor valor, dado que, para la actual, el valor percibido supone una *subestimación* respecto al valor real.

Este comportamiento diferencial respecto a las posibles pérdidas y ganancias tuvo un eco general en la investigación que se ha prorrogado hasta nuestros días. Ya en los primeros momentos de su desarrollo, se postulaba que la

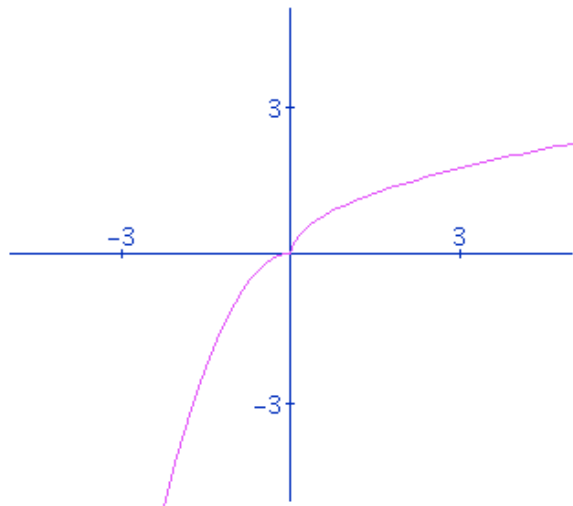


Figura 3. Ejemplo de función de utilidad (Martínez-Arias, 1991)

relación entre un análisis prospectivo de la conducta de decisión y la realidad de actuación, de vida, diaria de las personas, era muy estrecha. Así, podría explicarse en estos términos, por ejemplo, el que un sujeto arriesgase en un momento dado comprando lotería para conseguir un premio elevado por poco dinero, desatendiendo el juicio racional sobre las probabilidades, o asegurando su patrimonio, con la intención de conservar aquello que ya se tiene frente a posibles inversiones probabilísticas de alta rentabilidad económica (Friedman & Savage, 1948). Supongamos, por ejemplo, que la utilidad asignada a la preferencia por contratar un seguro de automóvil sigue un patrón funcional

como el descrito en la Figura 3, cuya ecuación queda establecida de la siguiente manera:

$$u(x) = \sqrt{x}, \quad \forall x \geq 0, y$$

$$u(x) = -(x^2)$$

Una póliza cuyo coste fuese de 300 euros y su cobertura de 15000 euros, y una probabilidad del siniestro de 1/1000, presentaría la siguiente matriz de pagos:

Acciones	Siniestro	No hay siniestro
Con seguro (CS)	-300	-300
Sin seguro (SS)	-15000	0

A partir de aquí, es posible reflejar el comportamiento normativo en términos del análisis del valor esperado y en términos de la utilidad esperada de la situación. De esta forma, se obtiene:

- Valor esperado.

$$\begin{aligned} \bar{x}_{CS} &= (0,001)(-300) + (0,999)(-300) = -298 \\ \bar{x}_{SS} &= (0,001)(-15000) + (0,999)(0) = -1,5 \end{aligned}$$

Dado que el valor esperado de la no suscripción de la póliza es menor que el de la suscripción, la gente rechazaría la contratación de seguros, de acuerdo con la prescripción de la TVE. Sin embargo, no lo hace. Los modelos de TUE, propusieron una alternativa más comprensiva:

- Utilidad esperada.

$$\begin{aligned} \bar{u}_{CS} &= (0,001)(-300^2) + (0,999)(-300^2) = -90000 \\ \bar{u}_{SS} &= (0,001)(-15000^2) + (0,999)(0^2) = -225000 \end{aligned}$$

Como puede observarse, en esta ocasión, parece estar justificada la elección del seguro, al conceder un mayor valor estimado a la propiedad de una póliza sobre la no contratación.

Desde un punto de vista descriptivo, la concavidad o convexidad de la función de utilidad supuso algunas constataciones relevantes (Martínez-Arias, 1991):

- Es posible definir para cada decisor una escala de preferencias que reflejará su posición frente al riesgo.
- Esta escala estará establecida en *utilidades* que serán unidades no monetarias.

- c. Estas escalas permiten establecer funciones o curvas de utilidad para los sujetos que, aunque varían con los individuos, pueden agruparse en familias bastante homogéneas, con caracteres bien definidos.

En principio, podría establecerse que una función cóncava describe cómo los individuos prefieren una ganancia segura a una probable de un valor esperado equivalente. Por ejemplo, dada la opción de invertir en un boleto de lotería, cuya probabilidad de premio fuese del 50% y la cantidad de, por ejemplo, 10.000 euros, o bien, de recibir automáticamente un montante de 5.000 euros, las personas prefieren, en general esto último.

En definitiva, las teorías normativas de la utilidad supusieron la posibilidad de establecer criterios racionales sobre la elección preferente de los sujetos, marcando el camino hacia el que se dirigirían los juicios de las personas en las diferentes situaciones de decisión, dadas sus características predeterminadas. Este hecho fundamental, permitía considerar la posibilidad de predecir las tendencias de respuesta de los individuos ante las mismas.

Sin embargo, la TUE pronto se vio empañada en algunas de sus consideraciones más relevantes, al observar el modo en que la gente hacía estas elecciones en la realidad cotidiana. Quizá el punto de inflexión más relevante para la comunidad científica internacional ocurrió con la aparición de la *Teoría de Prospectos*.

1.4.5. La Utilidad Subjetiva Esperada

Continuando con la línea argumental de la tesis, es preciso considerar cómo la visión clásica económica de la decisión fue pronto cuestionada por las aportaciones teóricas provenientes del campo psicológico. En apartados anteriores se mencionaron un conjunto de normas de decisión iniciales que actuarían a modo de criterio de selección de alternativas en base a los postulados normativos de preferencia. Así, las reglas *maximin*, *minimax*, *hurwicz*, *Laplace*, etc., venían a suponer dos asuntos de particular relevancia en la decisión humana: de una parte, la necesidad de generar el marco axiomático regulador y prescriptivo de la decisión, algo que, sin duda, pareció consolidado, al menos inicialmente, con la aparición de la TUE; de otra, la amenaza potencial de que las personas no se comportasen siempre como agentes racionales, y pudiesen decantarse por decisiones diferentes en función de las características diferenciales del proceso o del uso de las reglas de decisión. En esta segunda línea de trabajo, se inscribió el modelo que a continuación nos ocupará.

En efecto, la *utilidad subjetiva esperada* (TSUE), postulada por L. J. Savage en 1954 (Savage, 1954) vino a cuestionar los supuestos axiomáticos del modelo Von Neumann-Morgenstern. Los antecedentes son varios. Partiendo de una idea clásica de que las probabilidades no son más que una expresión numérica de las creencias de una persona, Ramsey y de Finetti, en las décadas de 1920

y 1930 formalizaron el concepto de *probabilidad subjetiva* en la elección a partir de la consideración del grado de confianza que los sujetos podían depositar en la verdad de una proposición dada, esto es, de su cuantificación. Así, esbozaron una prueba de la existencia de probabilidades subjetivas (Ramsey, 1931), proponiendo una definición que asumía la *utilidad lineal* y el *no arbitraje de oportunidades* (de Finetti, 1937). Estos trabajos iniciales fueron la base de los desarrollos posteriores de Savage, quien introdujo un marco teórico de aproximación de los conceptos de utilidad y probabilidad.

Posteriormente, Savage (Savage, 1954) consideró la existencia de criterios diferentes entre las personas, a la hora de tomar una decisión sobre una lotería, en función de la probabilidad subjetiva asociada a cada uno, esto es, de las creencias individuales sobre la probabilidad de aparición de una recompensa dada. A partir de los trabajos de Ramsey y de Finetti, así como de los de Von Neumann-Morgentern, Savage consideró que deberían existir principios normativos que regulasen la capacidad subjetiva de los seres humanos a la hora de establecer juicios de preferencia sobre un conjunto dado de alternativas. Únicamente bajo estas circunstancias, las probabilidades asignadas a las preferencias serían cuantificables, esto es, tendrían un valor cardinal específico y concreto.

La TSUE consideraba como marco teórico de análisis la existencia de diversos *actos* correspondientes a los cursos de acción de un sujeto, que ponían en relación los *estados* del mundo, con las *consecuencias* posibles (Karni, 2005). Una *consecuencia* era asumida, en este sentido, como cualquier cosa que pudiera pasarle a una persona y los *estados*, como posibles resoluciones de la incertidumbre (planteados a modo de alternativas). En palabras de Arrow (K. Arrow, 1965), una consecuencia es “una descripción del mundo tan completa que, si fuese cierta y conocida, las consecuencias de toda acción serían conocidas” (p.45). De ello se deduce que hay un único estado verdadero y que los eventos son subconjuntos del conjunto general de estados.

Así pues, la TSUE de Savage postulaba una estructura de preferencias representada axiomáticamente, permitiendo la expresión numérica de la evaluación de un agente decisor sobre las consecuencias de su acción a través de una función de utilidad. En esa evaluación influyen sus creencias subjetivas sobre el conjunto de eventos posibles, y la evaluación de los actos en términos de la esperanza matemática de la utilidad respecto a la probabilidad subjetiva, de acuerdo con la ecuación:

$$\sum_i u(x_i)P(x_i)$$

Que establece la *probabilidad subjetiva* de que un evento dado pueda ocurrir. De este modo, la preferencia viene marcada por la alternativa donde se deposite una mayor utilidad subjetiva esperada, por lo que personas diferentes podrán optar por soluciones diferentes.

El conjunto de axiomas de la TSUE es el siguiente:

- *Transitividad, completud, consistencia.* Todas las alternativas de una relación son comparables entre sí, y las preferencias asociadas siguen una relación transitiva (en los mismos términos que los ya descritos en esta tesis respecto a la TUE).
- *Principio del suceso seguro (sure thing principle).* También conocido como axioma de *independencia de sucesos comunes*. La preferencia entre varias alternativas de realizará en relación al análisis de aquellos aspectos no comunes a ambas, de manera independiente del valor del resultado común. Es decir, descartarán el resultado seguro, ya que se manifestará con carácter de certeza, al estar presente en todas las alternativas de elección, y su juicio de preferencia se establecerá en términos de los resultados probables asociados a las características deferentes de cada opción. El principio del aspecto seguro implica, además, que la evaluación de las consecuencias de un acto en un evento es independiente de los resultados en el evento complementario.
- *Independencia.* La organización ordinal de las consecuencias es independiente del evento y del acto que las originaron. En este sentido, se diferencia la independencia de las consecuencias contrafácticas de la independencia respecto a la ganancia esperada. Así, mientras en la primera, la preferencia por una acción dada entre varias una vez realizada ésta dependerá de la preferencia por sus consecuencias reales y no por otras casualmente accesorias (Aguiar, 2004), en el segundo caso, la elección se basa en la probabilidad de ganar, y no en la magnitud de la recompensa a obtener.
- *Preferencia estricta mínima.* Al menos existen dos consecuencias en relación a las cuales se da una prioridad en las preferencias de una sobre la otra.
- *No trivialidad o Continuidad de la relación de preferencia:* Una consecuencia nula es infinitamente mejor o infinitamente peor que cualquier otro tipo de consecuencia.

A lo largo de su trabajo, Savage demostró que el modelo de Utilidad Subjetiva permite:

- atribuir probabilidades subjetivas a las alternativas de elección.
- asignar valores cardinales –cantidades- a sus resultados.
- calcular la utilidad esperada de cada apuesta asociada a una alternativa.
- establecer un marco comparativa entre las opciones de elección, de tal modo que sea posible la maximización racional de la utilidad esperada.

Savage presentó sus postulados como principios reguladores de la conducta racional de un individuo, más que como una hipótesis que debía describir cómo

aquellos debían elegir entre distintos cursos de acción respecto a una situación de incertidumbre. Casi desde el momento inicial en que fueron promulgados, comenzaron a aparecer los cuestionamientos críticos, particularmente, respecto al principio del aspecto cierto y de la separación y linealidad de las probabilidades. De hecho, pronto fue puesto de manifiesto en diversas investigaciones que la teoría fallaba sistemáticamente en la predicción de la elección de los sujetos.

Quizá la crítica más contundente fue debida a Ellsberg quien en 1961 constató, empleando procedimientos de análisis sencillos cómo las personas establecen patrones de elección que son inconsistentes con la existencia de creencias representadas por medidas establecidas de probabilidad.

1.5. El marco descriptivo de la decisión. Racionalidad y conducta.

La teoría de la utilidad se postuló, a partir de su presentación a la comunidad internacional, como un instrumento válido y fiable capaz de representar el modo en que los humanos tomarían decisiones económicas de distinto valor. Por tanto, capaz de predecir el comportamiento racional de los sujetos, supuesto claro está, que el comportamiento racional de los sujetos quedaba sobradamente descrito por los presupuestos axiomáticos de la propia Teoría.

Pronto, sin embargo, aparecieron los primeros datos que pusieron en cuestión alguna de esas normas prescriptivas. En este sentido, Bernstein, postulaba la idea de que la utilidad se relacionaba inversamente con el sentido de la propiedad sobre los bienes. Así, siguiendo la estela del problema de San Petesburgo, escribió: “la consecuencia lógica de la visión de Bernoulli apunta hacia una nueva y poderosa intuición sobre la toma de decisión en situación de riesgo: “Si la satisfacción derivada de cada incremento sucesivo –futuro- en la riqueza es menor que la satisfacción derivada de los incrementos previos sobre la misma, entonces, la *disutilidad* causada por una pérdida excederá siempre la utilidad positiva ofrecida por una ganancia de igual proporción” (Bernstein, 1996).

De entre los trabajos realizados poco después de los años 50, dos, en particular, fueron los que establecieron un punto de inflexión en la consideración crítica del concepto de racionalidad respecto a los modelos existentes hasta entonces, representados por lo que hoy conocemos como las *Paradojas de y Allais y Ellsberg*. A continuación serán descritas someramente

1.5.1. La Paradoja de Allais.

Los primeros cuestionamientos no se hicieron esperar. Y es que las personas parecían tener consideraciones no siempre coincidentes con los postulados generales de los modelos normativos. Uno de los casos más renombrados tuvo lugar alrededor del cuestionamiento del axioma de *independencia* (recordemos, también conocido como del *suceso seguro*), según el cual dada una preferencia por una lotería, A, sobre otra, B, cualquier modificación realizada de manera equivalente sobre ambas (por ejemplo, añadir casos individuales para modificar la probabilidad de una de las alternativas de manera idéntica) no resultará afectada la preferencia. Sin embargo, bajo ciertas condiciones, pronto se constató que las personas no respondían siempre en esta línea. Tomemos, como ejemplo, la siguiente situación:

Opción A1:	$p=1$	$x=1000000$ euros
Opción B1:	$p=89/100$	$x=1000000$ euros
	$p=1/100$	$x=0$ euros
	$p=10/100$	$x=5000000$ de euros

En general, las personas se inclinan por la opción A, con la que obtendrán una ganancia segura de un valor alto, mientras que un reducido grupo opta por la segunda lotería, B, arriesgándose a ganar una cantidad mayor pero también a perderlo todo.

Como se ha indicado anteriormente, el axioma de independencia sugiere que una modificación igual en ambas alternativas de elección no producirá cambio en la preferencia subjetiva. Maurice Allais, premio Nobel de Economía en 1988, identificó, con este ejemplo, un caso de clara violación de este hecho (Allais, 1953) presentando, para ello, un contraejemplo:

Opción A2:	$p=89/100$	$x=0$ euros
	$p=11/100$	$x=1000000$ euros
Opción B2:	$p=90/100$	$x=0$ euros
	$p=10/100$	$x=5000000$ de euros

Para configurar este contraejemplo, Allais retiró $89/100$ probabilidades de ganar 1 millón en ambas alternativas y las reemplazó por $89/100$ probabilidades de ganar 0, con lo que tanto A como B experimentaban cambios equivalentes. Lo esperable es que, en este caso, las personas eligiesen la alternativa A2, permaneciendo invariables en su preferencia. Sin embargo no fue así, observándose cómo, al contrario de lo esperado, la mayoría de los sujetos que eligieron A1 eligieron B2. Esta situación fue reconocida, desde entonces, como Paradoja de Allais, y manifestó un hecho particularmente importante en la exploración de la decisión y juicio humanos: las personas no siempre consideran el riesgo en los mismos términos que predicen los modelos normativos.

1.5.2. La paradoja de Ellsberg.

En su análisis de la teoría axiomática de la subjetividad esperada, Ellsberg puso de manifiesto una situación cuyos resultados entraron en contradicción con los postulados establecidos al efecto. Tal situación fue reconocida como la *paradoja de Ellsberg* (Ellsberg, 1961). Supongamos que en una caja introducimos 30 bolas rojas y 60 bolas adicionales que pueden tener un color negro o un color amarillo. El agente decisor desconoce inicialmente el número de bolas negras o amarillas que hay en su interior, pero sí tiene información sobre que el conjunto de las bolas de ambos colores es de 60. Las bolas, entonces, se mezclan en la caja. A continuación, se le indican dos momentos de elección. En una primera acción de sacar una bola:

Opción A: Obtienes 100 euros si tu bola es de color rojo.

Opción B: obtienes 100 euros si tu bola es de color negro.

En una segunda acción de sacar una bola:

Opción C: obtienes 100 euros si sacas una bola roja o amarilla.

Opción D: obtienes 100 euros si sacas una bola negra o amarilla.

Dado que las posibles recompensas son equivalentes, lo esperable es que el sujeto muestre una preferencia de A sobre B *si y sólo si* cree que la probabilidad de obtener una bola roja es mayor que la de extraer una bola negra. Adicionalmente, no habrá una preferencia clara entre ambas elecciones si considera que una bola roja es igualmente probable que una bola negra. De manera análoga, preferirá el juego C al juego D si y solo si cree que la extracción de una bola roja o amarilla es más probable que la extracción de una bola blanca o amarilla. Si la extracción de una bola roja es más probable que la de una bola negra, entonces, la extracción de una bola roja o amarilla es también más probable que la extracción de una bola negra o amarilla. Con ello, suponiendo que una persona prefiera la opción A a la opción B, se seguirá, normativamente, que también preferirá C a D. De la misma forma, suponiendo que prefiera el juego D al C, se seguirá obligatoriamente que prefiere B a A.

Sin embargo, los resultados obtenidos por Ellsberg, constataron que la gente prefiere estrictamente el juego A al B y, por el contrario, el juego D al juego C, violando los principios generales tanto de la TUE como de la TSUE.

El hecho ponía de manifiesto que las personas preferían manejar el riesgo conocido que la incertidumbre. Por ello, tendían a optar por la opción A, donde la probabilidad de ganar estaba fijada en $1/3$ y era conocida por el sujeto. De igual modo, la preferencia por la opción D mostraba que la probabilidad de conseguir un premio era de $2/3$. Sin embargo, la apuesta por la opción A refleja el hecho de que el sujeto considera que hay más bolas rojas que negras, mientras que optar por D supone la consideración subjetiva de que hay más bolas negras que rojas (dado que la cantidad de amarillas es constante, según los principios de *independencia* y del *suceso seguro*), lo cual es paradójico.

Esta constatación, abrió el camino a un conjunto amplio de averiguaciones experimentales sobre un hecho que ya por entonces parecía incuestionable:

las personas, con relativa frecuencia, se desvían de los parámetros normativos de la utilidad esperada, poniendo de manifiesto la necesidad de establecer consideraciones alternativas a la noción de racionalidad, ya que, de lo contrario, casi todas las personas mostrarían comportamientos irracionales a lo largo de su vida cotidiana, algo claramente injustificado. Además, como veremos a lo largo de la tesis, un factor adicional comenzaba a visualizarse como especialmente significativo, en relación a la escasa capacidad intuitiva de los seres humanos a la hora de realizar estimaciones sobre las probabilidades de los sucesos de decisión.

1.5.3. Violaciones de los principios normativos.

Como ya hemos visto, la teoría de la decisión bajo condiciones de riesgo emergió a partir de un análisis lógico de los juegos de azar más que de un análisis psicológico del riesgo y del valor, siendo concebida como un modelo normativo de un sujeto decisor idealizado y no tanto como una descripción real de la conducta humana (Tversky y Kahneman, 1999). El uso de un modelo normativo de estas características viene dado por ciertos argumentos significativos: En primer lugar, las personas se muestran particularmente efectivas en la consecución de los resultados y objetivos, en particular cuando existen incentivos o bien oportunidades de aprender de la experiencia. Desde esta óptica, parece razonable definir la elección como un proceso de *maximización*. En segundo lugar, la competición favorece a los individuos racionales y las organizaciones. Las decisiones óptimas incrementan las oportunidades de sobrevivir en un entorno competitivo. En tercer lugar, el atractivo intuitivo de los axiomas de la elección racional hacen plausible el hecho de que la teoría que subyace a dichos axiomas pudiera ofrecer una aceptable explicación de la conducta humana.

Sin embargo, no fue así. Como se ha descrito anteriormente, tanto Bernoulli como Allais habían consignado ya alteraciones en el funcionamiento predictivo de los juicios de preferencia humanos en la decisión. Algún tiempo después, a finales de los años 70 del siglo pasado, quedó patente el hecho de que la lógica de la elección no proveía un fundamento adecuado para una teoría descriptiva de la decisión, dado que las desviaciones del marco normativo eran demasiado amplias, diversas y sistemáticas como para no ser tomadas en cuenta.

En su empeño en sistematizar el efecto de los múltiples sesgos de conducta humana frente al resultado racional esperado, Daniel Kahneman, premio Nobel de Economía en 2002, y Amos Tversky (Kahneman & Tversky, 1979a, 1979b) plantearon un desarrollo teórico que transcurría desde la exploración de las desviaciones iniciales de la teoría de la utilidad esperada hasta la obtención de un mapa de la *racionalidad limitada*, explorando los sesgos sistemáticos que separan las creencias que la gente tiene y las elecciones que realizan a partir de las creencias consideradas como óptimas y de las elecciones asumidas en los modelos de agente racional.

En una visión general, sus planteamientos consideraban que en sistemas de elección en los que las reglas probabilísticas simples se presentan de manera transparente, los sujetos a menudo responden alineando sus intuiciones estadísticas con los postulados normativos (Tversky & Kahneman, 1986). Sin embargo, cuando los contextos están ligeramente enriquecidos por los resultados probables a obtener y donde la aplicabilidad de las reglas normativas es menos clara a nivel local, la gente tiende a apoyarse en un conjunto de *heurísticos intuitivos* que producen con frecuencia resultados alejados de la predicción normativa.

Inicialmente, Kahneman y Tversky consideraron como principal interés, el estudio de estos sesgos aparentemente irracionales en la decisión. Sin embargo, pronto fueron recogidos sus resultados para ser trasladados a entornos económicos, como fuente de numerosas nuevas hipótesis de trabajo e investigación (Thaler, 1988, 1991, 1992), en el entorno particular de la economía de la conducta (Thaler, 2000). El trabajo de Kahneman y Tversky (2003) ha contemplado tres programas diferenciados de trabajo. El primero, exploraba los heurísticos que las personas usan y los sesgos a los cuales son especialmente sensibles en varias tareas de juicio bajo incertidumbre, incluyendo predicciones y evaluaciones de la evidencia (Kahneman y Tversky, 1973; Tversky y Kahneman, 1974; Kahneman et al., 1982). El segundo ha estado centrado en la presentación de la *teoría de prospectos*, un modelo de decisión bajo condiciones de riesgo (Kahneman y Tversky, 1979; Tversky y Kahneman, 1992) así como con la aversión a la pérdida en elecciones sin riesgo (Kahneman et al., 1990, 1991; Tversky y Kahneman, 1991). La tercera línea de investigación se refirió a los efectos de enmarcado y sus implicaciones sobre los modelos de agente racional (Tversky y Kahneman, 1981, 1986).

1.5.4. La Teoría de Prospectos.

Dada su particular repercusión, parece relevante, en el marco de la tesis presentada, condensar los principios básicos que Kahneman y Tversky presentaron en su teoría. El interés se sitúa, pese a las referencias lógico-formales descritas a continuación, en el ofrecimiento de un marco regulador de la conducta psicológica, siguiendo quizá un proceso inverso al realizado por sus autores, de manera que pueda quedar patente el hecho de cómo los sujetos racionales manifiestan ajustes relativos a los patrones normativos. Es esta relatividad adaptativa la que resulta atractiva desde el principio en el desarrollo de este trabajo, en la búsqueda de la comprensión de la conducta de decisión compleja.

La Teoría de Prospectos fue presentada en el año 1979. En aquel trabajo fueron expuestos toda una serie de entornos de decisión realizados en situaciones cuyas condiciones se mostraban de manera probabilística, esto es, haciendo necesaria algún tipo de representación del *riesgo* asociado a la elección.

La toma de decisiones bajo riesgo puede ser estimada como una elección entre prospectos o juegos de apuesta. Un prospecto $(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n)$ es un contrato que devuelve un resultado x_i con probabilidad p_i , donde .

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$$

La aplicación de la teoría de la utilidad esperada a las decisiones entre prospectos estaba basada en tres principios básicos:

- *Expectativa:*

$$U(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n) = p_1 u(x_1) + \dots + p_n u(x_n)$$

es decir, la utilidad general de un prospecto, denominado U, es la utilidad esperada de sus resultados.

- *Integración del valor.* Un prospecto es aceptable si la utilidad resultante de la integración de los prospectos con el propio valor supera la utilidad de esos valores tomados individualmente. Es decir, $(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n)$ es aceptable como posición de valor w si

$$U(w + x_1, p_1; \dots; w + x_n, p_n) > u(w)$$

- *Aversión al riesgo.* Una persona tiene aversión al riesgo cuando prefiere el prospecto cierto (x) a cualquier prospecto de riesgo con valor esperado x. En teoría de la utilidad esperada, la aversión al riesgo es equivalente a la *concavidad* de la función de utilidad.

Kahneman y Tversky demostraron cómo existían en las decisiones de los sujetos situaciones en las que se violaban los principios normativos de manera sistemática. Pese a las críticas iniciales, su método de *elecciones hipotéticas* se convirtió en un procedimiento simple a través del cuál se han investigado multitud de cuestiones experimentales en los últimos años. A continuación presentaremos algunas de las cuestiones más significativas que forman parte de la teoría de prospectos.

1.5.4.1. Certidumbre, probabilidad y posibilidad.

En la teoría de los prospectos, las utilidades de los resultados estaban ponderadas por sus probabilidades. Sin embargo, las personas a menudo no consideran este principio. Ya se ha descrito cómo el caso más conocido previamente fue introducido por Allais, quien abrió la vía del cuestionamiento presentando evidencia experimental de las violaciones sistemáticas del axioma de independencia. Kahneman y Tversky (1979), replicaron la situación utilizando cantidades más moderadas, en el siguiente ensayo alternativo de elección:

Situación 1. Elegir entre:

- | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| A. | 2500 con probabilidad 0,33
2400 con probabilidad 0,66
0 con probabilidad 0.01 | B. 2400 con certeza. |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|

N= 72 [18]

[82]

Situación 2. Elegir entre

- | | | |
|----|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| C. | 2500 con probabilidad 0,33
2400 con probabilidad 0,67 | D. 2400 con probabilidad 0.34.
0 con probabilidad 0.66 |
|----|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|

N= 72 [83]

[17]

Los sujetos eligieron, en un 82% la opción B en la situación 1 y en un 83% la opción C en la situación 2.

Este y otros muchos casos similares ilustraban actitudes comunes hacia el riesgo que no fueron capturadas por el modelo de la utilidad esperada. Generalizando los resultados obtenidos, si un prospecto (y, pq) es equivalente a (x, p) , entonces (y, pqr) es preferido a (x, pr) , $0 < p, q, r < 1$

1.5.4.2. El efecto de reflexión.

La preferencia entre prospectos negativos es la imagen reflejada de la preferencia entre prospectos positivos, es decir, la reflexión de prospectos alrededor de 0 invierte el orden de preferencia. Este efecto abrió la puerta para la consideración de un comportamiento ligeramente diferencial en la decisión humana entre las situaciones de elección positivas o de *ganancia* y las situaciones negativas o de *pérdida*. En este contexto, un elemento resultó clave en el futuro investigador: las personas parecían tender a considerar de manera diferente las ganancias ciertas respecto a las probables.

Así, la relevancia de este efecto, cuya ocurrencia ya fue descrita con anterioridad por algunos autores (Markowitz, 1959) venía dada por la consideración de que la aversión al riesgo en un dominio de elección positivo está acompañada por la búsqueda del riesgo en el dominio negativo. Por otro lado, las observaciones encontradas violaban también las predicciones estimativas del modelo de la utilidad esperada, ya que, las preferencias entre prospectos negativos demostraban que los resultados que eran alcanzables con certeza son *sobreestimados* respecto a los resultados alcanzables con cierto grado de incertidumbre, mientras que en los dominios positivos, el efecto de certidumbre contribuye a una preferencia por la aversión al riesgo en la elección entre una ganancia segura y la alternativa de una ganancia mayor pero probable. Este mismo principio psicológico (la *sobreponderación de la certeza*) conlleva una búsqueda de riesgo en los prospectos negativos.

1.5.4.3. Aseguramiento probabilístico.

Los hallazgos de Kahneman y Tversky sugirieron por primera vez que la función económica de utilidad en relación con la preferencia de las ganancias subjetivas no tenía por qué ser siempre cóncava. Así, en el campo de los seguros por ejemplo, la gente a menudo prefiere asegurarse con productos que ofrecen una cobertura limitada pero con porcentajes de penalización por siniestro bajos o próximos a 0, frente a coberturas totales y altos grados de penalización, abriendo las puertas a una interesante reflexión sobre lo que llamaron *aseguramiento probabilístico*. El aseguramiento probabilístico se manifiesta en ejemplos como el que sigue:

“Supongamos que considera la posibilidad de asegurar alguna propiedad contra algún siniestro. Después de examinar los riesgos y la compensación llega a la conclusión de que no tiene una preferencia clara entre las opciones de compra de un seguro y de mantener la propiedad sin asegurar. Es entonces cuando la compañía de seguros ofrece un nuevo programa denominado seguro probabilístico. En este programa, usted paga la mitad de la prima. En caso de siniestro, existe un 50% de probabilidad (por ejemplo, si el coche sufre un accidente los días impares) de que usted pague el otro 50% y la compañía cubra todos los daños, y existe un 50% de posibilidades de que se le devuelva su pago y corra con todos los gastos. “

Ante estas circunstancias, las personas eligieron en un 80% no adquirir la póliza. El dato significativo es que aparentemente una reducción de la probabilidad de una pérdida de p a $p/2$ es menos valorable que una reducción de probabilidad de esa pérdida de $p/2$ a 0. El aseguramiento probabilístico parece, así, intuitivamente más arriesgado que el seguro regular, que elimina por completo el elemento de *riesgo*. Kahneman y Tversky quisieron plantear con ello que la noción intuitiva de riesgo no es recogida de manera adecuada por la concavidad de la función de utilidad para la riqueza individual.

1.5.4.4. El efecto de aislamiento.

Se trata de un efecto particularmente interesante. Con objeto de simplificar la elección entre alternativas, las personas a menudo dejan de considerar componentes que comparten las diferentes alternativas de elección, lo que origina preferencias inconsistentes, ya que un par de prospectos puede ser descompuesto en componentes comunes y diferentes en varias formas diferentes, y cada forma de descomposición origina diferentes preferencias. Sea el siguiente ejemplo a modo de ilustración del fenómeno.

“Considere el siguiente juego de dos fases. En la primera, existe una probabilidad de 0,75 de terminar el juego sin ganancia alguna, y una probabilidad de 0.25 de pasar a la segunda fase. Si alcanza la segunda fase, tendrá la opción de elegir entre:

(4000, 0.80) y (3000)

Su elección deberá ser realizada antes de que el juego comience. “

El juego presenta la elección entre $0.25 \times 0.80 = 0.20$ posibilidades de ganar 4000 y $0.25 \times 1 = 0.25$ posibilidades de ganar 3000. Por tanto, en términos de resultados finales y probabilidades, un sujeto enfrenta la elección entre (4000,

0,20) y (3000, 0,25). El 78% de los sujetos sometidos al estudio (Kahneman y Tversky, 1979) eligieron el segundo prospecto, evidentemente, obviando la primera fase del juego cuyos resultados son comunes para ambos, y pasando a considerar la elección como si fuese entre los prospectos (3000) y (4000, 0.80). De este modo la representación del sujeto plantea una decisión entre una alternativa segura y una de riesgo, como si la decisión se realizase al comienzo de la segunda fase, con lo que se evita una elección entre dos alternativas arriesgadas, en el caso de tomar la decisión realmente al inicio de la primera fase.

Este hecho plantea un principio psicológico de fondo muy significativo alrededor de la inversión de la preferencia. Así, cuando ésta es debida a la dependencia entre eventos viola la suposición básica de un análisis teórico (racional) de la decisión, según el cual, las elecciones entre prospectos están determinadas únicamente por la probabilidades de los estados finales. Las personas deciden, entonces, intuitivamente, y tienden a fallar en numerosas ocasiones, en relación a los principios racionales de la teoría de la utilidad. Este tipo de errores se relacionó, como se verá en momentos posteriores de la lectura de esta tesis con los conocidos efectos de *tasa base*. Lo que se planteó fue que las personas procesan la información otorgando algún tipo de relevancia diferencial a las claves de información presentes en un determinado contexto de decisión. Si el resultado final es, en muchos casos, subóptimo, la investigación posterior, particularmente psicológica, se encaminó, al igual que en esta tesis, a intentar delimitar esas fuentes de variabilidad.

1.5.4.5. El proceso de decisión en un prospecto.

La teoría de prospectos distingue dos fases en el proceso de elección: una primera, denominada *fase de edición* y una segunda, denominada *fase de evaluación*. La fase de edición consiste en un análisis preliminar de los prospectos presentados, la cual a menudo permite adquirir una representación simple de esos prospectos. En la segunda fase, los prospectos editados son evaluados y entonces es elegido el prospecto de mayor valor. Describiremos a continuación algunas características básicas de cada una de ellas.

a) Fase de edición.

Su función es organizar y reformular las opciones con objeto de simplificar el proceso subsiguiente de evaluación y elección. La edición consiste en la aplicación de diversas operaciones que transforman los resultados y sus probabilidades asociadas a los prospectos ofrecidos. Las principales operaciones de la fase de edición son las siguientes:

- **Codificación.** La gente normalmente percibe los resultados a modo de ganancias y pérdidas (en el caso de resultados con valor monetario), en lugar de considerarlos como estados finales de riqueza o bienestar. Las ganancias y pérdidas son definidas respecto a algún punto neutral de referencia, que usualmente corresponde con la posición actual del activo. Así, las ganancias y pérdidas coinciden con las cantidades a

recibir o pagar en el momento actual. Sin embargo, la localización del punto de referencia puede estar afectada por las condiciones en las que se presentan los distintos prospectos, así como por las expectativas de la persona que decide.

- *Combinación.* Los prospectos pueden en ocasiones ser simplificados por combinación de las probabilidades asociadas con resultados idénticos. Por ejemplo, el prospecto $(200, 0.25; 200, 0.25)$ podrá reducirse a $(200, 0.50)$ y ser evaluado de esta forma.
- *Segregación.* Algunos prospectos contienen ciertos componentes carentes de riesgo, que es segregado del componente de riesgo en la fase de edición. Por ejemplo, el prospecto $(300, 0.80; 200, 0.20)$ es descompuesto de forma natural como una ganancia segura de 200 y un prospecto de riesgo de $(100, 0.80)$.
- *Cancelación.* La esencia del efecto de aislamiento es el descarte de los componentes que son compartidos por los prospectos presentados.

Junto a los efectos anteriores, dos operaciones adicionales son la *simplificación* y la *detección de dominancia*. La primera se refiere a la simplificación de prospectos mediante el redondeo de sus probabilidades. Así, un prospecto de $(101, 0.49)$ es considerado como una ganancia de $\frac{1}{2}$ de ganar 100. La detección de la dominancia implica el rastreo de los prospectos ofrecidos para detectar alternativas dominantes no rechazables sin una evaluación adicional.

Las operaciones descritas de edición son secuenciales. El resultado final del proceso de edición depende de las estimaciones realizadas a lo largo de la aplicación de esas sucesivas operaciones.

b) Fase de evaluación

Como continuación de la fase de edición, la persona que decide debe evaluar cada uno de los prospectos editados y elegir aquel que tiene mayor valor. El valor general de un prospecto editado, denotado V , es expresado en términos de dos escalas, π y v .

La escala π asocia a cada probabilidad p un peso decisional $\pi(p)$, el cual refleja el impacto de p sobre la estimación general del valor de los prospectos. π no es una medida de probabilidad, por lo que $\pi(p) + \pi(1-p)$ es típicamente menor que la unidad. La segunda escala, v , asigna a cada resultado x un número $v(x)$, que refleja el valor subjetivo de los resultados. Por tanto, v mide el valor de las desviaciones del punto de referencia tanto de las ganancias como de las pérdidas.

La ecuación básica de la teoría describe la forma en la cuál π y v se combinan para determinar el valor general de los prospectos regulares. Así, si $(x, p; y, q)$ es un prospecto regular (es decir, bien $p+q < 1$ o $x \geq 0 \geq y$, o $x \geq 0 \geq y$) entonces

$$V(x, p; y, q) = \pi(p)v(x) + \pi(q)v(y)$$

La evaluación de prospectos estrictamente positivos y estrictamente negativos sigue una regla diferente. En la fase de edición estos prospectos son segregados en dos componentes: el componente carente de riesgo (es decir, la mínima ganancia o pérdida de manera cierta se tendrá que pagar u obtener; el componente de riesgo, es decir, la ganancia adicional o pérdida que actualmente es arriesgada. La evaluación de estos prospectos es descrita por la ecuación siguiente.

Si $p + q = 1$ y bien $x > y > 0$ o $x < y < 0$, entonces

$$V(x, p; y, q) = v(y) + \pi(p)[v(x) - v(y)]$$
,

es decir, el valor de un prospecto estrictamente positivo o estrictamente negativo equivale al valor del componente carente de riesgo más el valor residual de la diferencia entre resultados, multiplicado por el peso asociado con cada resultado extremo. Lo esencial de esta ecuación es que el peso de la decisión es aplicado al valor de la diferencia $[v(x) - v(y)]$, que representa el componente de riesgo del prospecto.

1.5.4.6. La función de valor en la teoría de prospectos.

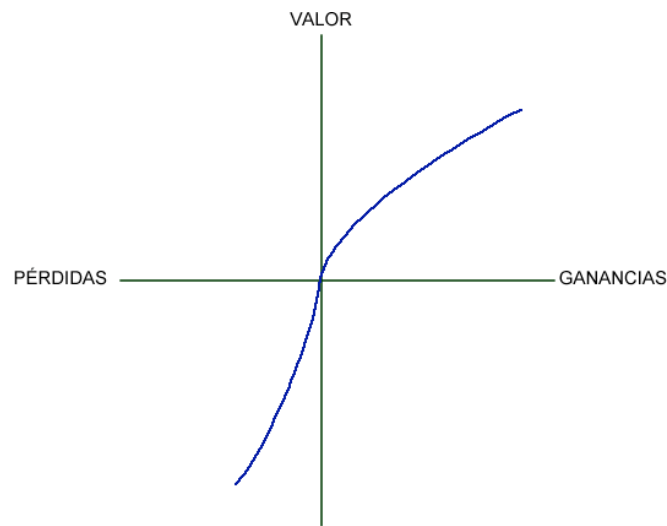


Figura 4. Representación de la función de valor en la Teoría de Prospectos (Kahneman & Tversky, 1979).

El valor asociado a las elecciones viene dado por los cambios en los sucesivos estados de riqueza y bienestar, en lugar de por los estados finales de los prospectos. Por ello, el valor puede ser considerado como una función por dos razones principales: existe una posición inicial del activo que sirve como punto de referencia, y la magnitud del cambio (positiva o negativa) a partir del punto de referencia. Dado que la diferencia percibida en cambios de magnitudes menores (por ejemplo, entre ganar o perder 100 o 200) puede ser mayor que en magnitudes mayores (1300 y 1500), a menos que la pérdida mayor sea intolerable. Kahneman y Tversky hipotetizaron que la función de valor para

cambios de riqueza es normalmente cóncava por encima del punto de referencia ($v''(x) < 0$ para $x > 0$) y a menudo convexa por debajo de él ($v''(x) > 0$, para $x < 0$). Esto es, el valor marginal tanto de las ganancias como las pérdidas decrece con su magnitud.

Una característica particular de las actitudes a los cambios en el bienestar es que las pérdidas parecen más amplias que las ganancias, es decir, el agravio que una persona experimenta con la pérdida de dinero parece ser mayor que el placer asociado con la ganancia de la misma cantidad. Por ello, la curva de la función de utilidad muestra una mayor pendiente para las pérdidas que para las ganancias.

La función del valor descrita en la Teoría de Prospectos consideró que los sujetos, en lugar de decidir en base al valor probabilístico de las alternativas de elección, utilizan, a menudo, algún tipo de representación “distorsionada” (Winston, 1994), según la cual, la función de valor viene caracterizada por:

- las desviaciones respecto al punto de referencia en la decisión del sujeto.
- Es generalmente cóncava para las ganancias y convexa para las pérdidas.
- Más pronunciada para las pérdidas que para las ganancias.

1.5.4.7. La función de ponderación.

En la teoría de prospectos, el valor de cada resultado es multiplicado por un *peso de decisión*. Los pesos de decisión no son probabilidades, ya que no obedecen a los axiomas de probabilidad y no deben ser interpretados como medidas de un cierto grado de creencia. Suponen una medida del impacto de los eventos en la manera en que las personas desean que ocurra un acontecimiento, y no son meramente la probabilidad de ocurrencia asignada a esos eventos. De manera natural, π es una función de incremento de p , con $\pi(0) = 0$ y $\pi(1) = 1$, lo que significa que las contingencias asociadas a un evento imposible son ignoradas. Entre sus propiedades significativas, la función de valor es *subaditiva* para valores pequeños de p (algo que no parece ocurrir con valores altos de p , es decir, $\pi(rp) > r\pi(p)$ para $0 < r < 1$). Así, por ejemplo,

tendemos a preferir una recompensa de 6000 euros con $p=0,001$ a una recompensa de 3000 euros con $p=0,002$ (nótese que, en ambos casos, el valor esperado es equivalente, esto es, 6). La teoría de prospectos supone, en casos como este, que:

$$\frac{\pi(0,001)}{\pi(0,002)} > \frac{v(3000)}{v(6000)} > \frac{1}{2}$$

es decir, la función de ponderación otorga un valor proporcional mayor a la relación entre ambos prospectos, superior a 0,50, cuando, en realidad, ambos prospectos deberían ser equivalentes. En realidad, Kahneman y Tversky

propusieron que las personas tienden a sobreponderar las probabilidades muy bajas. es decir. Por ejemplo, dados dos prospectos:

Opción A1: ganar 5000 euros, $p=0,001$
 Opción B1: ganar 5 euros $p=1$

Opción A2: perder 5000 euros $p=0,001$
 Opción B2: perder 5 euros $p=1$

Los sujetos de la muestra prefirieron la opción A1, cuyo carácter era probabilístico, frente a la B1, que ofrecía el valor esperado. Sin embargo, contrariamente, los mismos sujetos eligieron preferentemente perder una cantidad pequeña, en B2, frente a una posible e insignificante pérdida mayor, cuyo valor esperado era equivalente. Es decir, otorgaron, por lo general, una mayor importancia –mayor peso- al valor probable de la pérdida en B1, con lo que decidieron, en la mayoría de los casos, ceder sus 5 euros. De manera adicional, Kahneman y Tversky diferenciaron los términos *sobreponderación* y *sobreestimación*, refiriéndose con este último al ámbito de las consideraciones que los sujetos realizan a menudo sobre los eventos raros del mundo. Concluyen, con ello, que en la decisión humana, ambos efectos se suman en numerosos casos, modificando la perspectiva sobre la decisión, esto es, cambiando la referencia.

En este mismo orden de reflexión, cuando , $\pi(p) > p$ ocurre también que

$$\pi(p) + \pi(1-p) < 1$$

fenómeno conocido como *subcertidumbre*. Este fenómeno podría explicar el problema de Allais en tanto en cuanto

$$\pi(0,89) + \pi(0,11) < 1$$

Así pues, las personas parecen generar representaciones cuya eficacia respecto a la consideración racional parece cuestionarse, al menos parcialmente. Además, dado ese margen conductual en la decisión, la teoría de prospectos, si bien no entró a desarrollar este ámbito, apuntó hacia la existencia de dos consideraciones importantes, en línea con el trabajo de esta tesis:

- En función de la experiencia, las personas modifican el punto de referencia en la decisión.
- Las características propias de cada individuo se relacionan, a su vez, con la capacidad para determinar las diferencias existentes entre prospectos.

En efecto, la pendiente de π en el intervalo (0, 1) puede ser estimada como una medida de la sensibilidad de las preferencias a los cambios de probabilidad. La subcertidumbre supone, en este sentido, que las personas son menos sensibles, por lo general, a las diferencias ligeras de probabilidad, algo que se refleja en sus preferencias de decisión. La subcertidumbre representa una característica esencial de las actitudes de las personas hacia eventos inciertos, cuando la suma de los pesos asociados con los eventos

complementarios es típicamente menor que los pesos asociados con el evento cierto.

La Figura 5 representa una función de ponderación hipotética, que satisface la sobreponderación y la subaditividad para valores pequeños de p , así como la subcertidumbre y subproporcionalidad.

Estas propiedades suponen que π es relativamente superficial en el intervalo abierto y cambia de manera abrupta cerca de los puntos extremos. Las aparentes discontinuidades de π en los extremos son consistentes con la

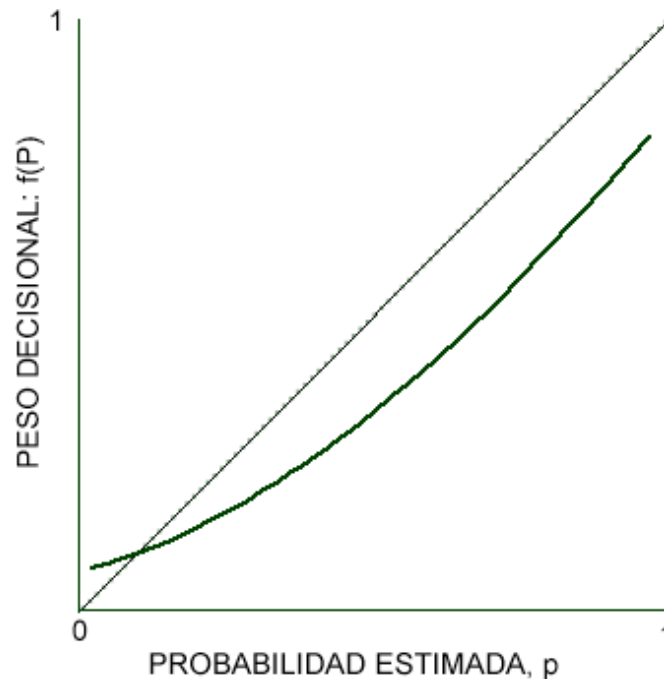


Figura 5. Representación de la función de ponderación en la Teoría de Prospectos.

noción de que hay un límite de peso mínimo que puede asociarse a una decisión. De la misma forma, puede imponerse un límite superior a cualquier peso decisional que sea menor que la unidad. Por otro lado, la simplificación de prospectos en la fase de edición puede hacer que el sujeto desprecie eventos de muy baja probabilidad, así como tratar eventos de probabilidad extremadamente alta como si fueran ciertos. Dado que la gente está limitada en su habilidad para comprender y evaluar probabilidades extremas, los eventos no probables son o bien ignorados o bien sobreponderados, y la diferencia entre alta probabilidad y certidumbre es o bien negada o exagerada. Para ilustrar la no linealidad de la función de ponderación, Kahneman y Tversky recurrieron a un ejemplo debido a Zeckhauser, que dicta así: suponga que entra a formar parte de un juego de *ruleta rusa* y que tiene la oportunidad

de comprar el descuento de una bala del cargador de seis que tiene la pistola a utilizar. ¿Cuánto pagaría, si el cargador está lleno?. Ahora imagine que sólo queda una bala, ¿pagaría lo mismo por descontar una bala, al igual que en la ocasión anterior?. La mayoría de las personas optaría por pagar cantidad mucho mayores por reducir la probabilidad de $1/6$ a 0 , que de $4/6$ a $3/6$

1.5.4.8. Implicaciones sociales del efecto de ponderación.

Como consecuencia de la aversión a la pérdida, el hecho de que las personas apliquen sesgos de valoración en la decisión se expresa en situaciones en las que la mera posesión de un objeto de valor es más valorado subjetivamente que si no se diese el hecho de la pertenencia en términos posesivos. Este fenómeno ha sido reconocido como el “*efecto de donación*” (Kahneman, Knetsch, & Thaler, 1990). Además, la aversión al riesgo produce una resistencia a abandonar las posiciones propias alcanzadas, o a iniciar nuevas transacciones de tipo mercantil, ya que las ventajas del cambio tienden a ser infravaloradas respecto a las ventajas de las opciones alternativas en el futuro (Samuelson & Zeckhauser, 1988).

Las personas realizan estimaciones de valor sesgadas como consecuencia de su dificultad para considerar la importancia relativa de varias dimensiones respecto a un evento determinado (manejo de la incertidumbre asociada a cada dimensión). Así, los pesos asignados a cada dimensión están influidos por cambios aparentemente irrelevantes en la tarea, su descripción o en la naturaleza de las opciones a considerar. Por ello, el peso asignado a un atributo tiende a ser incrementado en función de su compatibilidad con la respuesta que el individuo necesita obtener (Shafir, 1993, 1995; Slovic, Finucane, Peters, & MacGregor, 2001).

Los efectos relativos a la influencia de factores de interpretación subjetiva sobre la decisión son de carácter múltiple. Así, las personas tienden a buscar con mayor interés las alternativas a una elección cuando éstas son de mayor calidad y la decisión es complicada de tomar, mientras que no muestran esta intención en situaciones en que la decisión es más sencilla y las alternativas de menor calidad (Tversky & Shafir, 1992). En estas situaciones, en que la decisión es una labor compleja, la anticipación del malestar ante la decisión inadecuada frente a otra de mayor calidad también parece influir en la elección (D. E. Bell, 1982), así como las razones individuales que justifican una elección frente a otra (Shafir, Simonson, & Tversky, 1993; Tetlock, 1992) o la influencia ejercida por los costes de decisión en los que ya se ha incurrido (Arkes & Blumer, 1985; Gourville & Soman, 1998) o el efecto sobre decisiones consecuentes y futuras (Loewenstein & Elster, 1992; Loewenstein & Prelec, 1993).

Un efecto adicional aparece cuando no es posible evaluar cada atributo de un suceso por separado. Este efecto, conocido como *efecto de evaluabilidad*, expresa cómo el sujeto pondera con mayor intensidad atributos de menor valor cuando están asociados con otros de mayor valor y carácter secundario, obteniendo resultados poco eficientes, algo que no ocurre cuando se produce

la concurrencia de situaciones en las que el sujeto puede comparar sus posibles beneficios. Así, las personas tienden a valorar más un diccionario con pastas nuevas pero menos entradas cuando se presenta por separado, frente a otro con pastas rotas pero más entradas, lo que no sucede cuando ambos diccionarios se presentan conjuntamente (Hsee, 1996; Hsee, Blount, Loewenstein, & Bazerman, 1999).

1.6. El enmarcado de las decisiones y las consecuencias a largo plazo. El contexto en la decisión.

En general, la teoría de prospectos no sólo aportó evidencia consistente sobre las desviaciones intersubjetivas de la racionalidad esperada sino que, además, sirvió de acicate fundamental en la investigación posterior sobre decisión humana. En particular, nuestro interés se ha centrado en la vertiente psicológica de sus postulados subyacentes y no tanto en la económica o la econométrica. La relevancia de buscar explicaciones en la conducta de los sujetos que se distancian de la decisión normativa esperada, ha supuesto un desafío constante, desde entonces, para la Psicología moderna. Más allá de la utilidad otorgada al principio de maximización de la utilidad esperada y la popularidad entre la comunidad económica, la TUE presenta problemas, algunos de los cuales han sido constatados durante mucho tiempo (Nickerson, 2004).

La visión clásica de la decisión, la cual promueve la maximización de la utilidad esperada como un objetivo a alcanzar, y el análisis de la situación en series de posibles *estados del mundo* y *alternativas de acción*. Sin embargo, no ofrece una visión descriptiva sobre la manera en la que actualmente se toman la mayoría de las decisiones. Con ello, quedaba abierta, más allá de las múltiples controversias suscitadas, a la consideración de si un agente decisor que no se comportase, en su acción, en línea con los supuestos de maximización del principio de utilidad, debería ser considerado como irracional o si, por el contrario, debían proponerse alternativas teóricas a la utilidad esperada.

En la teoría de prospectos, previa a la fase de edición se encuentra un momento en el que se realiza un análisis preliminar del problema de decisión (Tversky & Kahneman, 1992), el cuál debe enmarcar las posibles acciones efectivas, sus contingencias y sus resultados. Sin embargo, el modo en que las personas encuadran o enmarcan las decisiones influye en la conducta, mediante la configuración de patrones estables a lo largo de decisiones sucesivas. De este modo, la valoración de la utilidad de las alternativas de decisión no puede considerarse únicamente, a efectos normativos, debida a las características formales de los elementos presentados en la misma, sino que, motivado particularmente por los trabajos descriptivos que, a partir de la aparición de la teoría de prospectos, manifestaron la existencia consistente de desviaciones subjetivas respecto a la racionalidad económica, se realiza teniendo en cuenta el marco de decisión. Desde esta perspectiva, un hecho fundamental se abre camino en el contexto de la investigación general. Las personas establecen sus referencias en la decisión considerando el “horizonte”

de decisión, lo que implica algún tipo de restricción formal, espacial, estructural o temporal, que limita y, en muchos casos, *sesga*, el resultado final de la misma.

Al considerar una decisión aislada, difícilmente pueden apreciarse completamente sus consecuencias, si bien hasta la decisiones más triviales tienen efectos en nuestro estado físico y material. La forma en que las personas agrupan sus decisiones para formar representaciones de las situaciones problema ha sido objeto de estudio por numerosos investigadores.

1.6.1. El concepto de marco decisional.

Como se ha planteado en los apartados anteriores, la *teoría de prospectos* vino a constatar un cambio, quizá anticipado, en la consideración del análisis de la decisión humana. Antes de continuar, sintetizaremos algunos de los argumentos fundamentales ya descritos:

- Las probabilidades que se presentan en las alternativas dadas de una decisión no determinan linealmente la decisión. Esto es, su análisis no se establece como una mera combinación lineal de las probabilidades asociadas a las propiedades de los eventos, en términos de simples transacciones entre los pagos posibles (Gonzalez & Wu, 1999; Kahneman & Tversky, 1979b; Prelec, 2000).
- La función de valor adquiere, entonces, una forma de S, con tres propiedades fundamentales:
 - o La evaluación de los resultados se define en relación a las ganancias y las pérdidas probables, en lugar de hacerlo en relación a la riqueza global resultado del análisis conjunto.
 - o El valor de la función muestra una mayor pendiente para las pérdidas que para las ganancias: ganar 50 euros es menos atractivo que lo aversivo que resulta perderlo. Este fenómeno fue reconocido como *aversión a la pérdida* (Tversky & Kahneman, 1991).
- Una consecuencia de la aversión a la pérdida es el efecto de propiedad ("endowment effect"), según el cual, cuando poseemos un activo tendemos a valorarlo por encima de la consideración que tendríamos si aún no lo poseyéramos (Kahneman, et al., 1990).
- Debido a la sensibilidad disminuida del agente decisor respecto a la consideración económica del patrón racional, la función de valor es cóncava para las ganancias y convexa para las pérdidas, lo que implica que los seres humanos muestren actitudes conservadoras respecto a las primeras y actitudes arriesgadas respecto a las segundas.

- La tendencia de aversión/búsqueda del riesgo se invierte para el caso de las probabilidades muy bajas.

No es posible considerar el concepto de enmarcado decisional sin referir, previamente, el axioma normativo de *invarianza*, según el cual, representaciones diferentes de una misma situación decisional arrojan un patrón organizado de preferencias equivalente, lo que significa que la preferencia entre alternativas debería ser independiente de sus descripciones.

De manera intuitiva, de la consideración de la invarianza se deriva el hecho de que las personas, además, deberían tomar elecciones similares cuando las diferentes representaciones de la situación contienen alternativas cuyos resultados son equivalentes. Sin embargo, esto no siempre es así.

Tversky y Kahneman (Tversky & Kahneman, 1990) presentaron una serie de situaciones en las que las personas no guardaban los postulados formales establecidos por el principio de invarianza. En el modelo propuesto, los marcos decisionales vienen a definir espacios limitados de representación formal de una situación de elección (varias loterías o, específicamente, prospectos). Tal representación *enmarca* los *actos efectivos* que tienen lugar, las *contingencias* asociadas y los *resultados* posibles. Para presentarlo con más claridad, supongamos el siguiente ejemplo:

Imagine que se encuentra ante el siguiente par de decisiones concurrentes. Examine en primer lugar ambas decisiones, luego, indique cuál opción prefiere.

Decisión 1. Debe escoger entre:

- A. Una ganancia segura de 240 euros.*
- B. 25% de probabilidades de ganar 1000€ y 75 % de no ganar nada.*

Decisión 2. Debe escoger entre:

- C. Una pérdida segura de 750€*
- D. 75% de probabilidades de perder 1000€ y 25% de no perder nada.*

Tversky y Kahneman constataron que, mientras que en la opción 1, las personas tendían a ser conservadoras, esto es, elegían en su mayoría la opción A, en la situación 2, eran arriesgadas, es decir, optaban por la condición D.

Supongamos, ahora, el siguiente ejemplo:

Asuma que recibe una cantidad de 300€ en propiedad, respecto a lo que usted ya tenía anteriormente. Debe elegir entre:

- A. una ganancia segura de 100€*
- B. 50% de posibilidades de ganar 200€ y 50% de posibilidades no ganar nada.*

Imagine ahora que recibe 500€ en propiedad. Elija entre:

- C. Perder 100€ con seguridad.*
- D. 50% de posibilidades de no perder nada y 50% de posibilidades de perder 200€*

Pese a que ambos problemas son esencialmente idénticos respecto al resultado final, la mayoría de los sujetos que eligieron la opción A en el primer juego, optaron por el resultado probabilístico en el segundo, violando así el principio de invarianza. En definitiva, el efecto de enmarcado o encuadre ocurre cuando diferentes representativas de un mismo problema desencadenan juicios de preferencia diferentes.

En realidad, el principio de enmarcado reveló una característica esencial de la condición psicológica humana. Las personas son sensibles en sus patrones de organización de preferencias, a las variaciones en los aspectos formales del entorno de actuación y, en particular, del entorno de decisión. Así, por ejemplo, existe un efecto de la *modalidad de información* presentada, ya que la gente pondera más los resultados cuantificables en términos *monetarios* –de pagos– que en términos de *elección* (Shafir, 1993, 1995; Slovic, Griffin, & Tversky, 1990).

Los resultados mostrados por los trabajos sobre enmarcado decisional no han sido los únicos que han puesto en evidencia desviaciones normativas respecto a los patrones subjetivos de preferencias. En esta línea, diversas investigaciones se han referido al concepto de enmarcado como *paréntesis de decisión*, respecto al agrupamiento de elecciones individuales en conjuntos estables (Keren, 2004; Read, Loewenstein, & Rabin, 2004). Otros conceptos similares son *elección secuencial y simultánea* (Shafir, et al., 1993) *encuadres de decisión estrechos y amplios* (Lovallo & Kahneman, 2003), *elección aislada y distribuida* (Hernstein & Prelec, 1992a, 1992b) toma de *decisiones basada en actos y patrones* (H. Rachlin, 1995) y *función de valor local y general* (Herman, 1996). Por su parte, (Thaler & Shefrin, 1981) planteaba que muchos errores de elección son el resultado de una *aversión miope a la pérdida*, al contrastarla con formas globales de maximización de la utilidad.

Por otro lado, una derivada de los planteamientos de encuadre decisional, expresada en términos de la violación de la invarianza del procedimiento, han sido los estudios sobre el fenómeno de *inversión de la preferencia* (Hsee, 1996; Hsee, et al., 1999; Slovic & Lichtenstein, 1983; Tversky, Slovic, & Kahneman, 1990). Este fenómeno implica un par de juegos de valor esperado equiparable. Un juego, A, presenta una alta probabilidad de ganar una suma pequeña de dinero, mientras que el otro juego, B, ofrece una baja probabilidad de ganar una cantidad relativamente grande. Así, por ejemplo:

Opción A: 28/36 posibilidades de ganar 10€
Opción B: 2/36 posibilidades de ganar 100€

Cuando se ofrecía la opción de elegir entre ambas situaciones, la mayoría de los individuos escogía la opción A en lugar de la B. Sin embargo, cuando se les pedía que adjudicaran un precio mínimo de venta para cada opción, la mayoría otorgaba una cantidad mayor a la opción B sobre la opción A. Esto significa que las personas identifican de forma diferente las alternativas de decisión en función de la modalidad que las declara. Un sujeto, por ello, podrá preferir una alternativa y pagar más, sin embargo, por la alternativa contraria.

Otro efecto derivado de la desviación de los patrones normativos de invarianza decisional es el conocido como *efecto de evaluabilidad* (Hsee, 1996). Éste efecto, también denominado de *evaluación conjunta vs. separada*, se manifiesta cuando los atributos de una alternativas son difíciles de evaluar de manera aislada.

1.6.2. Paréntesis de decisión.

Con anterioridad se apuntó la existencia de diferentes líneas de aproximación teórica respecto a cómo las características representacionales de la situación de decisión podían determinar acciones diferentes a las racionalmente esperadas en términos económicos. Junto con los modelos de enmarcado decisional, el *paréntesis decisional* (“*choice bracketing*”) ha ocupado un papel significativo en los desarrollos experimentales y aplicados, fundamentalmente en el ámbito de la psicología social, de las últimas décadas. Read et al. (1994) utilizaron este término para referir uno de los efectos centrales vinculados con el estudio de la decisión humana. Si bien la teoría económica asume la idea de que la gente establece marcos (paréntesis) de decisión amplios para maximizar la utilidad global. De este modo, las personas realizarían procesos agregados de decisión que, en caso de conllevar algún tipo de riesgo, se relacionarían sucesivamente con el impacto que tendrían sobre el riesgo total a largo plazo.

Los paréntesis decisionales, al igual que los sesgos debidos al encuadre o enmarcado que resultaron de la evolución de la teoría de prospectos, suponen la consideración de que las personas están sujetas a cambios subjetivos respecto a los criterios con que toman decisiones, incluso, en situaciones similares. Respetando el tronco común de los planteamientos normativos (de cualquier modo, deben existir mecanismos que regulen el modo en que un individuo organiza sus preferencias de elección), los modelos descriptivos sostienen que la gente analiza situaciones que tienen límites de representación, límites que, además, son flexibles respecto a la misma. A modo de metáfora representacional el hecho es comparable al caso de una ecuación simple matemática, en la que, dependiendo de dónde se coloquen los paréntesis (respecto, por ejemplo, a las operaciones de suma o multiplicación), el resultado final será el mismo, a pesar de que los elementos constituyentes son *invariantes*.

El concepto e paréntesis de decisión supone que cuando se consideran varias elecciones, (x_1, y_1) y (x_2, y_2) , pueden darse condiciones de elección de paréntesis estrecho o de paréntesis amplio. En la primera de las circunstancias, el sujeto realizaría cada elección por separado, mientras que en la segunda, una elección tiene lugar de entre los cuatro posibles pares alternativos (supuestos dos pares) de las dos elecciones. El efecto de paréntesis de decisión tiene lugar cuando los resultados escogidos en condiciones de paréntesis estrecho difieren de aquellas elegidas en situaciones de paréntesis ampliado.

El concepto de paréntesis de decisión debe ser diferenciado del de *edición de resultados* (Bernatzi & Thaler, 1995; Kahneman & Tversky, 1979b) ya explicado anteriormente (Read et al, 1999). Independientemente de las posibilidades descritas de disgregación o integración de los componentes de los prospectos, en la elección, la forma en la que las personas toman decisiones respecto al encuadre global de las mismas es lo que realmente caracteriza al paréntesis de decisión. Así, las posibilidades de integración o desconsideración de resultados podrían aparecer tanto en situaciones de paréntesis de decisión estrecho como en situaciones de paréntesis decisional amplio.

1.7. La Teoría de la Racionalidad Limitada.

En este camino hacia el encuentro de planteamientos descriptivos, más positivistas, de la manera en que los humanos toman decisiones, es preciso reparar en los trabajos de Herbert A. Simon (H. A. Simon, 1955) sobre la *racionalidad limitada*. Si bien su trabajo es anterior a la teoría de prospectos, se considera oportuno presentarlo después en la búsqueda de la necesaria coherencia argumental de esta tesis. Simon postuló que, a diferencia de los modelos tradicionales de la época, en los que se sostenía la equivalencia entre hombre económico y hombre racional, parecía necesario encontrar algún tipo de comportamiento racional compatible con el acceso a la información y las capacidades computacionales que muestran los organismos, respecto a la diversidad de entornos de actuación en los que viven. Este proceso de análisis debe realizarse en el marco de la ciencia y el conocimiento psicológicos.

Simon, haciéndose eco de los modelos existentes hasta el momento, en particular la TUE y la teoría subjetiva de la utilidad esperada de Savage, quiso describir un modelo de racionalidad alternativo. El propio autor del modelo consideraba que la TSUE “no ofrece un procedimiento para encontrar esa solución con una cantidad aceptable de esfuerzo computacional” (Simon, 1986). Con ello, algunas diferencias sustanciales quedaron de manifiesto. Por ejemplo, mientras que los modelos anteriores sostenían la capacidad ilimitada de procesamiento de las personas en las situaciones, para Simon, como veremos, no es así; en segundo lugar, las personas, al contrario de lo que se consideraba con anterioridad, no parecen decidir en base al análisis detallado del cálculo probabilístico asociado a las alternativas de decisión. Además, los sujetos deciden dónde colocar su atención orientada a la decisión (*focal points*), en lugar de generar representaciones holísticas sobre las situaciones de decisión. Una persona decide en un momento dado, entre comprar un libro o una entrada de cine, mientras que un instante posterior, la decisión se establece en términos de la preferencia entre la entrada de cine y guardar el dinero para una escapada de fin de semana. Con todo, la propuesta de Simon fue considerar que la racionalidad del individuo es *limitada*, estableciendo los procedimientos –en lugar de axiomas– que regularían las situaciones bajo las cuales toman decisiones.

La expresión “racionalidad limitada” ha sido utilizada para denotar un tipo de racionalidad que las personas despliegan cuando el entorno en el que operan es demasiado complejo en relación a sus capacidades mentales limitadas (Dequech, 2001). El proceso de construcción del concepto ha seguido los siguientes pasos: a) las personas o las organizaciones persiguen con frecuencia objetivos de carácter múltiple, los cuales pueden entrar en conflicto mutuo; b) las alternativas de elección encaminadas a la consecución de esos objetivos no le son suministradas previamente al agente decisor; c) los límites en la capacidad mental del decisor comparados con la complejidad del entorno de decisión están ya presentes en un estado temprano y con frecuencia actúan previniéndole sobre la consideración de las diferentes alternativas; d) esos límites están también presentes cuando el decisor tiene que considerar las consecuencias de las alternativas, de tal modo que el sujeto emplea algún tipo de procedimiento heurístico para tal cometido; e) finalmente, el decisor adopta una estrategia *satisfactoria*, en lugar de *optimizadora*, de acuerdo sus niveles particulares de aspiración.

Para Simon, un sistema complejo es un sistema jerárquico, compuesto por múltiples subsistemas interrelacionados. Una característica fundamental de los sistemas jerárquicos es la manera en la que pueden ser descompuestos en subsistemas (H. A. Simon, 1996). Este hecho permite a los individuos realizar análisis parciales de sistemas complejos.

Y es que las situaciones en las que viven las personas no son, con frecuencia, lo suficientemente transparentes como para que los individuos puedan aislar de manera lógica todas y cada una de las alternativas de elección. La complejidad de un sistema de decisión dificulta la resolución final de la elección preferente, dada la cantidad de información a manejar por un sistema cognitivo humano. El mismo Simon sostiene que la complejidad, en términos de la racionalidad limitada, surge, entonces, en un entorno de actuación marcado por niveles variables de riesgo, incertidumbre y ambigüedad. Por ello, antes de continuar con el relato de los procesos de decisoriales en la teoría de Simon, debe puntualizarse el matiz diferenciador de cada uno de estos términos.

El concepto de riesgo tiene relación con la oportunidad de perder o ganar algún tipo de resultado en una lotería, concurso o juego de apuestas. Tanto más se juega, más se puede ganar o perder y, por tanto, más riesgo en el juego. Sin embargo, el concepto de incertidumbre está relacionado con el conocimiento que un sujeto tiene respecto a la información disponible, en términos, generalmente, de probabilidad. Cuando más cercana está la probabilidad a un punto medio, esto es, al valor 0,50, mayor es la incertidumbre que el individuo tiene respecto a la consecución del resultado. Con ello, podemos entender que existen juegos de mayor o menor incertidumbre y mayor o menor riesgo, y que ambas variables, aunque complementarias, son independientes entre sí. Un tercer concepto, que viene a añadir mayor nivel de complejidad en el tratamiento de la información en situaciones de decisión, es el de ambigüedad. Este término ha sido definido como la “incertidumbre sobre las probabilidades, generada por la información perdida que, sin embargo, es relevante y puede ser conocida” (Camerer & Weber, 1992).

La idea fundamental presente de manera constante en el modelo de la racionalidad limitada fue incorporada en el concepto de *satisfacción*. Las personas, tienden a actuar de forma que satisfacen algún tipo de requerimiento individual respecto a las consecuencias de sus decisiones, de manera que es en ése entorno de actuación donde intentan ser lo más efectivos posible. Para incorporar el concepto de satisfacción en la teoría general de decisión, sería necesario asumir una serie de condiciones fundamentales respecto a la TUE y “relajarlas”, para permitir un cierto margen de maniobra de los sujetos (H. A. Simon, 1987):

- La TUE establecía que las elecciones se realizaban sobre un conjunto fijo y limitado de alternativas. La Teoría de la Racionalidad Limitada (TRL) permite la presencia de procesos de generación de alternativas.
- La TUE considera la existencia de distribuciones de probabilidad conocidas por el sujeto, respecto a cada una de las alternativas. La TRL, por el contrario, introduce procedimientos para estimar tales probabilidades, en la búsqueda de estrategias que manejen a incertidumbre sin el supuestamente necesario conocimiento de las probabilidades en juego.
- La TUE asume el principio de maximización de la función de utilidad. En su lugar, la TRL establece una *estrategia satisfactoria*, como objetivo final.

Existirían, por tanto, una serie de estados predeterminados como posibles ante una decisión, pero también una serie determinada de alternativas posibles (definidas como *actos* por Savage, como ya se ha descrito anteriormente). La complejidad de las situaciones supone que las personas se enfrentan constantemente a sus propios límites en su capacidad cognitiva de identificar las diferentes alternativas de una situación dada. Por ello, el planteamiento de Simon es considerado aquí particularmente relevante, pues supone que lo verdaderamente esencial en una situación de decisión no es tanto el nivel de incertidumbre fundamental, dado que la posibilidad de acción no está circunscrita a la elección entre alternativas dadas, sino que es el propio sujeto el que, bajo circunstancias determinadas, podrías construirlas.

En el contexto de la racionalidad esperada, no cabe pensar en la posibilidad de que, siguiendo el axioma de completud, un individuo realice todas las combinaciones comparativas posibles entre dos sucesos, dentro de un conjunto dado de elección. Esto acarrearía unas cantidades de información imposibles de gestionar por un ser humano. Por ello, éste no podrá, en la mayoría de los casos, crear un modelo completamente organizado y jerarquizado de preferencias en una situación compleja. Al contrario, centrará el foco de su actividad en algún espacio que reúna las condiciones apropiadas para satisfacer sus propias necesidades, en función de la atribución local del valor. Con ello, ha de decirse que no alcanzará, en muchos casos, las cotas económicas de la maximización del valor esperado, pero sí aquello que él o ella están dispuestos a considerar como aceptable. Para Simon, la *función de pagos*, más que ser escalar como ocurría en la TSUE, es una función vectorial.

Así, dada V_s , compuesta por un conjunto de componentes posibles, V_1, V_2, \dots, V_n , un sujeto maximizará la función de utilidad subjetiva a partir de la consideración de un vector particular de recompensas posibles (H. A. Simon, 1955). De esta manera, cada sujeto considera *espacios o regiones de pagos satisfactorios*. Cuando una persona, por ejemplo, quiere comprarse un coche, realiza estimaciones dentro de un rango de probabilidades sobre el que intentará maximizar la utilidad del resultado, a través de la búsqueda de una solución adecuada. Para ello, generará contrastes bivariados entre las condiciones de los sucesos, analizando el intercambio de pagos probable. Así, si un coche tiene más motor, posiblemente tendrá menos complementos de acabado, mientras que si las prestaciones son menores, podrá acceder a un mayor confort en el resultado de la compra.

En definitiva, los modelos racionales parecen ser psicológicamente irreales; el modelo de Simon propuso la sustitución del concepto de *maximización de la utilidad* por el de *satisfacción*, introduciendo una variable fundamental en la decisión humana, su subjetividad, que sentaría el inicio de nuevas y múltiples líneas de investigación posteriores. Estos trabajos se encaminaron, por ejemplo, hacia la normalización de los diferentes sesgos que separaban las creencias subjetivas de las creencias y elecciones óptimas que debían ser asumidas por los modelos prospectivos de agente-racional (Kahneman, 2003a).

1.8. Teoría del decisor adaptativo.

En esta camino por las diferentes modelizaciones de la decisión humana, hemos ido pasando, a lo largo de esta primera parte de la tesis, de la referencia normativa y prescriptiva a la vertiente descriptiva de la conducta. En la actualidad, no es posible entender el mundo económico sin establecer un marco de entendimiento mutuo respecto a la investigación social y psicológica sobre la conducta de decisión. Tras los pasos de la racionalidad limitada, otras propuestas intentaron profundizar en la forma en que las personas establecen referencias representacionales para la decisión. Hemos visto como un conjunto importante de trabajos se ocupó del análisis de las características del entorno decisional. Otros, como es el caso que nos ocupa ahora, analizaron en detalle la decisión desde la capacidad del ser humano de ajustar su conducta a las características del entorno. La *teoría del decisor adaptativo* (Payne, Bettman, & Johnson, 1993) sugiere, como marco general, que las personas son altamente contingentes respecto a la información que procesan. Además, no sólo deciden en relación con las alternativas posibles que se le presentan en una situación, sino que, adicionalmente, son capaces de adaptar esa capacidad a la forma en que hacen frente a la decisión. En otras palabras, no sólo deciden, sino que también “deciden cómo van a decidir” sobre una situación dada. Para ello, aplican recursos cognitivos que actúan, en muchas ocasiones a modo de heurísticos, sobre las mismas. Estos procesos actúan a modo de *estrategias de decisión* diversas, que son empleadas como respuesta adaptativa de un *sistema de procesamiento* a las demandas que provienen de un entorno

ambiental complejo. Así, en líneas generales, un agente decisor intentará siempre conseguir dos supuestos previos:

- conseguir una buena decisión.
- Minimizar el esfuerzo cognitivo requerido para alcanzar una decisión.

En este marco teórico, una estrategia de decisión se define como una secuencia de operaciones mentales junto con sus respectivas acciones sobre el entorno, empleadas para transformar un estado inicial de conocimiento en un estado final, propuesto como objetivo, donde el agente decisor reconoce el problema de decisión como resuelto (Payne, et al., 1993). Desde este punto de vista, siguiendo el recorrido de trabajos anteriores (Holland, Holyiak, Nisbett, & Thagard, 1996; Newell & Simon, 1972) el problema de la decisión humana tiene un carácter *procesual*, definido en términos de operadores mentales, en lugar de plantear sistemas de análisis meramente probabilístico de estados.

Por tanto, existen una serie de principios generales reguladores de la decisión:

1. Las decisiones son secuencias de operaciones mentales. Estas, pueden ser representadas en términos de operadores condicionales, del tipo “condición $n \rightarrow$ acción n ”.
2. El esfuerzo cognitivo que se precisa para tomar una decisión está en función del número y del tipo de operadores. Éste, a su vez, está determinado por el entorno de decisión.
3. La exigencia de una situación dada exige aplicación de reglas diferentes, cuya precisión (la medida en la que proporciona un buen resultado en términos del continuo –acierto/recursos empleados-) se establece en función del grado de contingencia respecto al contexto.
4. Por tanto, las personas emplean reglas diversas, en función de su experiencia y capacidad de resolución.
5. El análisis de las reglas a emplear, de su precisión, como del requerimiento cognitivo en la resolución de una situación, se relaciona con la capacidad para “decidir cómo decidir”.
6. En la selección de la regla de decisión pueden influir factores como la necesidad de justificar ante otros la decisión o de minimizar el conflicto que pueda darse en un problema de decisión.
7. Un individuo no siempre es consciente de sus decisiones. En ocasiones, lo hace en función de su capacidad de aprendizaje previo.
8. La selección de la regla de decisión es adaptativa e inteligente, si no óptima.

En línea con la argumentación general de esta tesis, la teoría del decisor adaptativo sitúa al individuo que toma decisiones en el papel de *estratega*. Un estratega imperfecto, por otro lado, en relación a los planteamientos iniciales dados por los modelos normativos que han sido expuestos. Esa imperfección deriva del hecho de su dificultad para captar toda la información del entorno, particularmente cuando éste se presenta ante el sujeto con una complejidad que supera su capacidad de gestión de información (capacidad mental o cognitiva de procesamiento).

Ante este tipo de situaciones, la ventaja adaptativa del ser humano viene dada por su capacidad para gestionar recursos para optimizar acciones. Así, cada estrategia empleada puede ser considerada como un método o secuencia de operadores que busca a través del espacio del problema de decisión. Esta búsqueda, entonces, se centrará en aspectos significativos del ambiente, y las razones de esa focalización serán, a su vez, diversas. Así, por ejemplo, una persona puede verse atraída estratégicamente en su proceso *decisional por la importancia relativa de un atributo* (por ejemplo, en el ejemplo de la compra de un automóvil, elegir seguridad frente a confort); por el valor de corte que establece el umbral mínimo de aceptación de un atributo (no pagar más de una cantidad estimada por una vivienda de tres habitaciones); por disponer de preferencias diferenciales en relación a atributos comparativos (por ejemplo, los reconocidos en el marco de los procesos de encuadre decisional a los que se ha referido previamente). La ventaja adaptativa es que la búsqueda selectiva de estrategias de aplicación para la decisión permite, a su vez, filtrar la información empleada de cara a la toma final de la misma, con el consiguiente ahorro energético, en términos de *eficacia decisional*.

Este uso aparentemente simple de procesos de elección compromete, por tanto, el tratamiento normativo ortodoxo de la decisión, y nos introduce, en términos descriptivos, en la senda exploratoria de cómo las personas, en lugar de generar patrones de decisión en términos axiomáticos, utilizan su capacidad *heurística* para adaptarse a su entorno, optimizando, en términos de eficacia decisional, los resultados probables.

1.9. La racionalidad ecológica.

En términos generales, se ha planteado en los apartados anteriores cómo la racionalidad limitada consideraba en esencia la limitación del sistema cognitivo humano desde un punto de vista de procesamiento de la información como el determinante fundamental de la necesidad de adaptación del individuo al medio en una situación de decisión. En este apartado, la línea argumental llevará a la estimación del papel combinado de tales limitaciones junto con la complejidad informativa del propio entorno.

Los modelos de racionalidad ecológica establecen un determinismo combinado entre el sujeto y el contexto. Las personas, en este sentido, asumen su limitación racional e intentan adecuar su capacidad a las condiciones

particulares de un entorno que impone una serie de restricciones de elección, en la decisión. Es en este entorno donde aplican reglas de decisión, en términos tanto de procesamiento heurístico como de análisis lógico de la situación (Gigerenzer, 2000; Gigerenzer & Selten).

Cuando una persona se enfrenta a una situación compleja, parecería lógico pensar que, con el fin de abordar una situación efectiva, maximizadora, a un problema generado en tal contexto, lo lógico sería pensar en un sistema de procesamiento también complejo. Desde este punto de vista, la racionalidad limitada de los humanos, sobre la base de la desestimación heurística de la información, sería un límite insalvable en muchas ocasiones. Sin embargo, la realidad no parece ser así. Los humanos, así como numerosas especies animales (Gigerenzer & Brighton, 2009), optimizan su capacidad de ajuste a las situaciones complejas a través del empleo de mecanismos de análisis y valoración relativamente sencillos (Marewski, et al., 2009), lo que les convierte en unos decisores altamente efectivos y eficaces.

En el principio de esta primera parte de la tesis tuvimos ocasión de exponer, en su conjunto las tres visiones fundamentales de la racionalidad humana. El enfoque del decisor adaptativo entra, claramente, en el contexto de ésta última visión. Así, la *racionalidad ecológica*, se presentó, como se ha descrito, en términos de la disposición de un conjunto de herramientas heurísticas y de capacidades operativas para ajustar la acción decisoria a las situaciones múltiples de la vida cotidiana. Esta *caja de herramientas adaptativa* Gigerenzer (Gigerenzer, 2001; Gigerenzer & Brighton, 2009; Gigerenzer & Selten, 2001; Marewski, et al., 2009) contendría heurísticos que permitirían a la gente hacer inferencias (por ejemplo, sobre el momento de frenar ante un embotellamiento), planificar las interacciones con otras personas (decidir, por ejemplo, el enfoque dialógico necesario para un proceso de mediación), o realizar otros juicios y decisiones en contextos tanto sociales como no sociales.

En su conjunto, podría decirse que la capacidad cognitiva humana para decidir se sustenta en tres aspectos fundamentales: el entorno, las capacidades centrales de la mente humana y la forma en la que los heurísticos especializados son aplicados sobre la estructura del entorno y las capacidades mentales (Gaissmaier & Gigerenzer, 2008). Como herramientas especializadas, la cuestión no es considerar la aplicabilidad universal de los heurísticos como mecanismos de análisis de la situación, como consideraban los principios de la utilidad esperada, sino determinar cuáles son los tipos de problemas que un heurístico determinado puede resolver.

1.10. Cuestionamiento crítico de los modelos descriptivos de la conducta racional.

La descripción de la conducta psicológica de decisión abrió el campo a la psicología para analizar el concepto de racionalidad desde una óptica más flexible que la aparentemente permitida por los modelos de utilidad esperada.

Sin embargo, no todo fue un camino sencillo. Por ello, debemos de recabar, en este punto y antes de proseguir en la narración argumental de esta tesis, algunos de los cuestionamientos directos más relevantes a los hallazgos generales realizados al efecto, para continuar, en un momento posterior, en la búsqueda de un modelo comprensivo de la *racionalidad humana*.

Junto con la amplia investigación relacionada con las desviaciones de la racionalidad normativa y, consecuentemente, con la visión de que el concepto de racionalidad debía ser reconsiderado en términos de las diferencias interpretativas otorgadas por los sujetos ante situaciones de elección, es preciso también considerar el conjunto de cuestionamientos y críticas realizadas en relación a la misma. No se pretende, en este apartado, realizar una revisión exhaustiva de los trabajos realizados, sino, en su lugar, establecer las líneas argumentales más relevantes alrededor del hecho, con el fin de aportar información complementaria al conocimiento del estado actual de la investigación y aplicación experimental sobre decisión. Stanovich

1.10.1. Trivialización.

Un primer conjunto de aportaciones críticas consideró, en una visión simple del argumento (Shafir & LeBoeuf, 2002) que la irracionalidad expresada como desviación sistemática respecto a los supuestos de la utilidad esperada, es debida únicamente a errores *no sistemáticos de procesamiento* (Stanovich & West, 2000; Stein, 1996). Sin embargo, este tipo de argumentos fue claramente rebatido, ya que existe suficiente respaldo experimental como para constatar que tales errores no son debidos al mero azar. En su lugar, aparecen como errores cuya capacidad predictiva está sujeta a las consideraciones propias de las características, bien del entorno de actuación, bien de los heurísticos y sesgos intervinientes en el procesamiento y producción de las condiciones de la decisión.

No obstante, existe un segundo argumento no tan sencillamente rebatible, según el cual, las personas que violan los principios normativos pueden tener, simplemente, una *merma motivacional* en su nivel de actuación. Cuanto más motivadas estén respecto a la tarea a desarrollar, probablemente focalicen con mayor intensidad sobre las condiciones de la decisión, de tal modo que, entonces, aproximarían a los objetivos normativos, en términos de maximización económica de la utilidad. Por ello, parece preciso considerar como argumento de riesgo la relación entre el agente decisor y las tareas triviales o poco consecuentes. Esta aproximación ha sido tratada, a través de la investigación, en diferentes formas:

- Administración de *Incentivos*. Generalmente se ha considerado que el incentivo económico es un elemento crítico en el establecimiento de niveles motivacionales adecuados para la acción. Sin embargo, en el caso de la decisión, la irracionalidad no parece remitir respecto a la administración experimental de reforzadores económicos, salvo en casos aislados (Camerer & Hogarth, 1999). Mientras que su uso sí parece ser más efectivo en tareas alternativas como el emparejamiento

probabilístico (Castellan, 1969) o la reducción de la influencia del anclaje de irrelevancia (Wright & Anderson, 1989), las inconsistencias propias de los principios de la teoría descriptiva de la racionalidad humana, tales como aquellas que derivan del enmarcado (Levin, Chapman, & Johnson, 1988; Tversky & Kahneman, 1981) o de la inversión de la preferencia (Lichtenstein & Slovic, 1973), parecen persistir, incluso cuando se han presentado con una intensidad desmesurada. Es más, la alta motivación parece incidir particularmente en la aplicación de las, aparentemente, estrategias incorrectas en la decisión (Arkes, Dawes, & Christensen, 1986).

- La *argumentación justificada* de la decisión. Otra línea de cuestionamiento ha establecido la posibilidad de relacionar la disposición de una justificación sobre la decisión y la capacidad del sujeto para ajustarse al patrón normativo en sus respuestas. En este sentido, algunos estudios han sugerido la disminución de los efectos de enmarcado en situaciones en las que el sujeto realiza un análisis previo justificativo de su acción posterior (Sieck & Yates, 1997; Takemura, 1993), si bien, existen otros factores, como por ejemplo la edad del sujeto que podrían determinar tales efectos (Kim, Goldstein, Hasher, & Zacks, 2005). Existen otros trabajos que establecen la persistencia de los efectos, más allá de argumentación subjetiva (LeBoeuf & Shafir, 2003).
- La *experiencia*. Esta línea argumental considera que las personas con un mayor nivel de experiencia sobre un tipo de tarea utilizarían, con mayor frecuencia, mecanismos heurísticos de razonamiento en su actividad, por lo que, consecuentemente, su interpretación contendrá un mayor número de violaciones normativas sobre la racionalidad. Tal es el caso, por ejemplo, de los profesionales del ámbito sanitario, o de los abogados y legisladores (Klein & Stefanek, 2007; Redelmeier, Shafir, & Aujla, 2001; Tversky & Simonson, 1993). La experiencia, a su vez, parece tener un escaso impacto sobre la presencia e intensidad de los sesgos de decisión (Benartzi & Thaler, 1995; Camerer, Babcock, Loewenstein, & Thaler, 1997; Neale & Northcraft, 1986). Por otra parte, los sesgos en la interpretación clínica de los casos de sus pacientes, pueden ser compensados mediante el recurso a procedimientos diagnósticos de tipo estadístico (“actuariales”) ya que, al basarse éstos últimos en el análisis de los resultados obtenidos sobre muestras representativas, no parecen estar sujetos a los sesgos interpretativos propios del razonamiento humano, en términos de diagnóstico clínico (Dawes, Faust, & P.E., 1989).
- *Necesidad de procesamiento cognitivo* (“need for cognition”). En la medida en que exista algún tipo de relación entre la falta de profundización en el análisis de una determinada tarea y los sesgos cognitivos que intervienen en la situación, la necesidad de procesamiento cognitivo podrá controlar la ocurrencia de tales sesgos (Cacioppo & Petty, 1982). Así, por ejemplo, las personas con una alta capacidad para procesar cognitivamente demuestran una mayor

sensibilidad en el análisis de los efectos de *tasa base* en los juicios, así como la relevancia de los *costes hundidos* (Stanovich & West, 1999). Sin embargo, pese a que estos sujetos mostraron una mayor sensibilidad en el reconocimiento, no los usaron en sus decisiones de manera que se les diferenciase de los sujetos con bajos niveles de procesamiento cognitivo.

1.10.2. Errores interpretativos.

Un segundo conjunto de cuestionamientos ha venido relacionada con una posible atribución inadecuada del concepto de irracionalidad. Desde este punto de vista, las personas exhibirían, en todo caso, un comportamiento normativo, siendo la interpretación diferencial debida a propiedades de diseño experimental. De este modo, los experimentadores serían quienes sesgarían sus juicios apreciativos respecto al modo en que los participantes conceptualizan el mundo (Gigerenzer, Hoffrage, & Goldstein, 2008; Hertwig & Gigerenzer, 1999; Slugoski & Wilson, 1998). Estas investigaciones sostienen que la reducción de los marcos de conceptualización posibles determina la ausencia de interpretaciones erróneas. Para comprender el modo en que tales representaciones pueden configurarse, en el marco de la interacción experimentador-agente decisor, es preciso poner también aquí de manifiesto una serie elemental de variables en juego (Shafir & LeBoeuf, 2002):

- *implicaciones conversacionales*. La presunción típica de que el comunicador tiene que maximizar la relevancia y la no redundancia en sus argumentos Grice. Los sesgos de aquiescencia son, en este sentido, un ejemplo de interferencia generadora de conceptualizaciones diferentes entre experimentador y sujeto participante (Meisenberg & Williams, 2008; Podsakoff, MacKenzie, Lee, & Podsakoff, 2003). En esta misma línea, se expresan los argumentos que cuestionan los resultados encontrados respecto al caso de *Linda*, en la *falacia de la conjunción*, según el cual, la probabilidad de que dos eventos del mundo aparezcan en conjunción siempre es menor que la aparición aislada de uno de ellos (Tversky & Kahneman, 1983). Así, algunos investigadores sugieren que los errores son debidos a que, en realidad, los sujetos no interpretan los indicadores lógicos insertos en las alternativas presentadas (en particular, el conector “y”), en los mismos términos en que cabría esperar normativamente, lo que da lugar a un espacio interpretativo erróneo por parte del entrevistador si este hecho no se tiene en cuenta (Dulany & Hilton, 1991; Slugoski & Wilson, 1998).

Pese a este tipo de alegaciones, no obstante, la falacia de conjunción parece manifestarse en situaciones en las que las implicaturas no juegan un papel determinante (Tversky & Kahneman, 1983). En definitiva, las violaciones de los principios normativos se producen en un contexto complejo, donde las implicaturas conversacionales y sus errores derivados de una reinterpretación conceptual son, tan sólo, uno de los problemas posibles, pero seguramente no el mayor elemento

contributivo a los sesgos de juicio y decisión humanos (Gilovich & Griffin, 2002).

- Interpretaciones alternativas de *términos* y *tareas*. Junto con la cuestión anterior, en la que se ponía de manifiesto cómo un experimentador podría considerar una representación de la situación diferente de la que, en realidad, podría hacerse el sujeto participante, esta línea argumental establecería que los sujetos realizan interpretaciones de las instrucciones y las tareas a realizar diferentes a las que les son presentadas en un experimento. Un punto focal en este escenario lo constituye la reflexión sobre el concepto de *probabilidad*. Así, podemos entender, al menos, dos conceptos marcadamente diferentes (Howson & Urbach, 1989; Keynes, 1921; von Mises, 1957). Por un lado, la frecuencia de aparición de un suceso en relación al número de ensayos realizado; por otro, el grado de creencia subjetiva respecto a la presencia de un conjunto alternativo de eventos.

La divergencia conceptual respecto al tratamiento de las probabilidades introdujo una cuestión fundamental en el debate psicológico, en el sentido de cómo se representaban los humanos las situaciones de decisión. Así, Herwig y Gigerentzer (Hertwig & Gigerenzer, 1999) sugirieron que las personas que participaban en las pruebas sobre la falacia de la conjunción no interpretaban las probabilidades mediante su cálculo matemático. Si bien, son capaces de interpretarlas matemáticamente, no lo hacen de manera espontánea. En su lugar, los sujetos parecen ser más eficaces cuando la información es presentada en términos de *frecuencias*.

En Resumen, es necesario no olvidar al analizar la conducta de decisión humana que la acción subjetiva está constreñida por las limitaciones propias de su sistema de procesamiento; cómo se representan las personas las realidades del mundo, cómo gestionan sus recursos atencionales –muy limitados–, perceptivos o memorísticos; cómo construyen representaciones y cuál es el papel de la experiencia en el aprendizaje representacional; cómo ajustan su sistema de creencias y expectativas a la evidencia, mediante el tratamiento, también limitado, de la información, particularmente, como venimos argumentando, en condiciones de riesgo e incertidumbre. Son algunas de las preguntas que nos hacemos, que permanecen en el ambiente de la comunidad científica, respecto al reto fundamental de desentrañar los procesos de elección y decisión.

Por esta razón, en la necesidad de disponer de un marco integrador y comprensivo que incorpore conocimiento relativo a cada una de estas cuestiones, emprendimos, en la investigación doctoral, la búsqueda de modelos explicativos adecuados.

1.11. Modelos de Procesamiento Dual.

Desde una perspectiva ya marcadamente descriptiva, la investigación psicológica se ha consolidado como una plataforma de búsqueda, reconocimiento y análisis de los procesos mentales implicados en la toma de decisiones. Una fuente explicativa relevante ha sido, en este sentido, la constituida por los *modelos de procesamiento dual*, cuyo foco de interés principal reside en la coexistencia de dos niveles de configuración de la acción decisoria en términos de *razonamiento y juicio*, de tal modo que las respuestas del individuo pudieran reflejar, dependiendo del momento, la actividad de un sistema o del otro Stanovich (Stanovich, 1994; K. E. Stanovich, 1999; Stanovich, 2004; Stanovich & West, 2000, 2003). Desde esta perspectiva, la decisión es un proceso dinámico en el que aparece un *sistema general*, holístico, que es guiado por la experiencia del sujeto a través de mecanismos de aprendizaje asociativo, junto con la actividad de un *sistema analítico*, lógico y mediado por la capacidad de pensamiento racional del sujeto Epstein (Epstein, 1994).

El sistema asociativo se ocuparía de la realización de juicios basados en la similaridad y la extracción de regularidades del entorno (Sloman, 1996), siguiendo procesos que permiten al individuo alcanzar sus objetivos cotidianos (K.E. Stanovich, 1999), mientras que el sistema analítico estaría guiado por un conjunto de reglas que operan sobre estructuras de tipo simbólico en función de directrices computacionales específicas y que servirían como soporte controlado de la acción inteligente. De este modo, una persona estaría guiada, en sus acciones decisorias, por dos elementos fundamentales: un proceso de razonamiento que realiza inferencias y juicios con carácter relativamente automático aprovechando las conexiones asociativas entre los sucesos del mundo, y otro proceso que realiza inferencias relativamente eficaces y eficientes sobre la base de la utilización de conjuntos limados de reglas de operación (Shafir & LeBoeuf, 2002). Sólo cuando una persona alcanza una capacidad de análisis normativo de una situación, cuya solución final al problema de decisión se impone a las estimaciones provenientes del procesamiento asociativo de los eventos dados, podrá evitar las posibles “irracionalidades” que genera éste último. De esta manera, el sujeto podría contrarrestar, por ejemplo, los efectos de *tasa base* (Hoffrage & Gigerenzer, 1998; H. Rachlin, 1995) en el análisis sobre la representatividad de un suceso dado (concepto que será introducido con posterioridad a lo largo de la tesis).

En definitiva, el elemento común a los modelos de procesamiento dual es el reconocimiento de dos tipos fundamentales de procesos, uno de carácter heurístico y otro en el que se manifiestan las estrategias de acción con un carácter más deliberado y consciente. Recientemente han sido denominados como procesos Tipo 1 y procesos Tipo 2, equivalentes a la noción de sistemas también utilizada (Evans, 2008). Así, las características esenciales de cada uno de ellos son:

a) Sistema 1 o procesos Tipo 1:

- Procesamiento autónomo.

- Su ejecución es rápida.
- Su ejecución es obligatoria cuando se presentan los estímulos desencadenantes.
- No requieren atención consciente. No sobrecargan la capacidad del procesador central.
- No dependen de inputs provenientes de sistemas de control de alto nivel.
- Pueden operar en paralelo sin interferir con otros procesos autónomos ó con otros procesos de Tipo 2.
- Incluyen:
 - o la regulación conductual a través de la mediación emocional.
 - o Módulos encapsulados para resolver problemas específicos.
 - o Procesos de aprendizaje implícito.
 - o El desencadenamiento automático de asociaciones a través de mecanismos de sobreaprendizaje.

b) Sistema 2 o Tipo 2:

- Su procesamiento es relativamente lento y con un coste computacional elevado, ya que es el foco de nuestra conciencia.
- Varios procesos Tipo 1 pueden operar en paralelo, pero sólo uno (o muy pocos) procesos Tipo 2 pueden ser ejecutados a la vez. Por ello, se entiende que el procesamiento Tipo 2 tiene un carácter serial.
- A menudo, el procesamiento Tipo 2 está basado en el lenguaje.
- Una de sus características más sobresalientes es la *anulación* o *inhibición* (“override”) del procesamiento Tipo 1. Con posterioridad se ampliará este concepto en un contexto funcional. Sin embargo, como apunte previo, la anulación es un proceso que tiende a inhibir los efectos irracionales potenciales que pudieran producirse en un contexto determinado, motivados por la actuación autónoma del sujeto.
- Para poder anular tales efectos, el sistema Tipo 2 define, al menos, dos capacidades:
 - o Capacidad de interrumpir el procesamiento tipo 1 y de suprimir sus tendencias de respuesta.
 - o Ello implica la existencia de mecanismos cognitivos de carácter inhibitorio.
- Además de la inhibición, el Sistema tipo 2 debe disponer de alternativas válidas de respuesta. Para ello, generamos modelos alternativos y temporales del mundo sobre los que probamos nuestras posibles acciones y sus posibles resultados. Estas alternativas son producidas en este nivel a través de dos procesos fundamentales:
 - o Razonamiento hipotético. Para ello, es necesario, a su vez, una capacidad fundamental:
 - Distinguir nuestras representaciones del mundo real de otras representaciones posibles de situaciones imaginarias. Como se citará con posterioridad, a este fenómeno se le conoce como *desdoblamiento*.

- Simulación. Relacionado con la posibilidad de emular representacionalmente los efectos de una situación dada.

El denominado Sistema 1 o heurístico no debe ser entendido como un sistema de entidad única. Al contrario, recientes desarrollos han puesto de manifiesto la posible existencia de un conjunto de sistemas en el cerebro que operan de manera autónoma en respuesta a sus propios desencadenantes estímulares (Stanovich, 2009), y que no están bajo el control del sistema de procesamiento analítico. Stanovich sugiere, en esta línea, el acrónimo TASS (*standing for the Autonomous Set of Systems*) para describirlo. El TASS contiene procesos generales de dominio relativos al aprendizaje y condicionamiento implícito, además de reglas, estímulos discriminantes, procesos de regulación emocional de la conducta y principios de toma de decisiones que han sido puestos en práctica hasta su automatización (Carruthers, 2002; Shiffrin & Schneider, 1977). En realidad, el planteamiento actual sobre los sistemas de racionalización de la acción incorpora, como se expresa, algunos elementos de complejidad. Así, en primer lugar, el hecho de que la información sobre la propia experiencia pasada se incorpore al sistema de procesamiento heurístico supone la necesidad de considerar que el Sistema 1 es, en sí mismo, una amenaza potencial para la conducta racional.

Por su parte, el Sistema 2 o *analítico* se implicaría en situaciones en las que es necesario algún tipo de pensamiento hipotético (Evans, 2006). Dicho de otro modo, si en el curso de desarrollo de una acción es necesario algún tipo de pensamiento hipotético, entonces estará implicado el sistema analítico (Stanovich, 2009). A su vez, contendría dos niveles de procesamiento: el *algorítmico* y el nivel *reflexivo*.

El nivel algorítmico se ocupa de generar representaciones lógicas de las situaciones de acción, inhibiendo, en la medida de lo posible, la influencia de los efectos de la mente autónoma, para lo cual, incorpora subsistemas estratégicos y de producción orientados a los objetivos de la acción.

Respecto al sistema reflexivo cabe decir que se ocupa de regular la conducta a un nivel alto de generalidad. Incorpora la representación global de la relación entre un individuo y su entorno, lo que incluye las creencias bien calibradas respecto a lo que está sucediendo y el modo en que se debería actuar, en base a ellas, para alcanzar los objetivos propios. Permite el reconocimiento general –holístico– de estructuras de conocimiento, a las que también incorpora las opiniones personales, las creencias y la consideración de las preferencias previas sobre una situación dada.

Mientras que en el nivel superior, de carácter reflexivo, un individuo examinaría las diferencias individuales en un nivel intencional, evalúa la capacidad de regulación de la respuesta y regula la capacidad de cognición necesaria para una situación dada (Cacioppo, 1996), el nivel algorítmico se ocuparía de controlar la capacidad intelectual aplicada a las situaciones. En relación al nivel reflexivo, el sistema algorítmico se ocupa de controlar el curso de la acción y de procesar el entorno de actuación de forma que puedan ajustarse al máximo las expectativas y creencias respecto a las acciones correctas a llevar a cabo. Así, sus alteraciones provocarían una alteración general en la capacidad intelectual similar a la presente en la discapacidad intelectual (Anderson, 1998), con carácter muy diverso, dando lugar a diferentes modalidades de disfunciones cognitivas. Este tipo de evidencias se diferenciaría de los cuadros psiquiátricos en que, a diferencia de éstos últimos, no estaría implicado el componente intencional o reflexivo en la alteración. De este modo, algunos

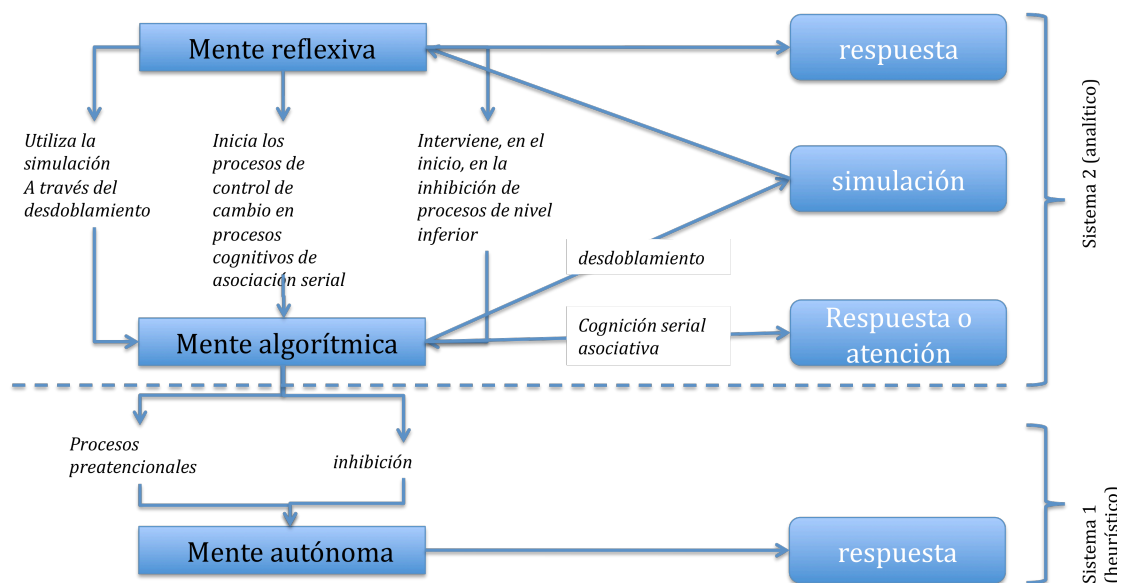


Figura 6. Representación esquemática del modelo de procesamiento dual en la decisión.

autores sostienen que los trastornos psiquiátricos expresan daños en la racionalidad del individuo (Bermudez, 2001; Davies, 2000).

El principal cometido del sistema reflexivo es la consideración de procesos alternativos de pensamiento respecto a la representación de la acción del individuo sobre el entorno. En particular, se caracterizaría por el recurso a procedimientos de simulación intencional, en la búsqueda de un mayor control racional sobre las situaciones generales y de decisión, más en concreto. Para realizar tales procesos de simulación, el sistema reflexivo inicia los procesos de búsqueda de alternativas, empleando para ello un mecanismo cognitivo denominado *desdoblamiento* (Cosmides & Tooby, 2000; Leslie, 1987; S. Nichols & Stich, 2003; Perner, 1991). El desdoblamiento es un tipo de acción metarepresentacional según el cual el individuo extrae las características

esenciales de una representación directa de la acción, a modo de *arquetipos*, para manipularlas en condiciones de simulación representacional semejantes. De este modo, las personas pueden, por ejemplo, representarse diferentes estados de consecución de resultados sin que entren en colisión o confusión con la actual representación de la relación entre su acción decisoria y el entorno decisional. Es necesario puntualizar que, si bien los procesos de simulación y desdoblamiento son iniciados por el procesador reflexivo, es en el sistema algorítmico donde tienen lugar de manera efectiva (Stanovich, 2009) y dan soporte a la racionalidad humana.

El desdoblamiento cognitivo caracteriza el procesamiento serial de los sistemas Tipo 2. Como hemos expuesto, tiene lugar cuando las personas se enfrentan a tareas mentales de simulación de modelos alternativos del mundo con la intención de resolver un problema. Así, por ejemplo, las tareas de resolución de problemas que requieren un *razonamiento disyuntivo completo* (Johnson-Laird, 2006; Khemlani & Johnson-Laird, 2009) implican la consideración de todos aquellos estados del mundo posibles y la decisión entre las distintas opciones. Un ejemplo es el siguiente:

- *bien la memoria está llena o el servidor está ocupado, pero no los dos al mismo tiempo.*
- *La memoria no está llena.*
- *Por lo tanto... a) la memoria está llena; b) el servidor está ocupado.*

Repararemos, en este punto, la distinción entre los mundos *posibles* y los mundos *probables*, bien caracterizada tradicionalmente en la *teoría de modelos mentales*. Lo difícil, entonces, es la recuperación de las proposiciones contenidas en las expresiones que emplean las personas en su vida cotidiana, pues entrañan la lógica deductiva necesaria, en su estructura formal del lenguaje, para realizar razonamientos adecuados (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991).

Junto con la capacidad de simulación y de desdoblamiento metarepresentacional, una tercera característica determina la capacidad de juicio racional del individuo. Anteriormente se hizo alusión en este apartado de la tesis a la implicación directa del sistema analítico en el pensamiento hipotético: todo pensamiento hipotético implica análisis. No obstante, no todo pensamiento de tipo analítico conlleva este tipo de pensamiento. Tal es el caso de la cognición asociativa, mediante la cual, el individuo genera representaciones subsecuentes, en orden a generar marcos progresivos y específicos de decisión (Kahneman, 2003b).

En resumen, las diferencias humanas en términos de pensamiento racional y acción racional se deben a diferencias en el nivel de inteligencia –algorítmico- o en el nivel de disposiciones de pensamiento –reflexivo-. La racionalidad pasa a ser considerada un constructo más amplio que el de inteligencia ya que incorpora, además del nivel algorítmico de procesamiento, propio de la inteligencia, el nivel reflexivo.

En el siguiente capítulo de esta tesis se desarrollará con mucho mayor detalle la arquitectura funcional que permite la actividad asociativa como base para la

decisión humana. En el apartado próximo, introduciremos brevemente algunos de los procedimientos inferenciales que, a modo de heurísticos de decisión, actúan de manera subjetiva como base para la maximización racional de los sistemas de preferencia y juicio decisorio.

1.12. El procesamiento heurístico en la eficacia decisional.

Un hecho singular, como venimos argumentando a lo largo de la tesis, es que las personas muestran una capacidad limitada en su capacidad para representarse las múltiples condiciones que caracterizan una situación de decisión compleja. Tanto los recursos atencionales como los de memoria, dadas las características propias del sistema cognitivo humano, deben poder estar, en su mayor medida, liberados al efecto de optimizar el resultado final.

Las investigaciones realizadas a lo largo de las últimas décadas, y en particular, a partir de la aparición de la teoría de prospectos, han resaltado la relevancia de los recursos de procesamiento heurístico en la resolución de tales situaciones por parte de los humanos. Un procedimiento heurístico supone la utilización de un conjunto limitado y definido de reglas de decisión. Una regla heurística de decisión se define, a su vez, como una “colección de mecanismos cognitivos especializados que la evolución y el aprendizaje han construido en nuestra mente” (Gigerenzer, 2000). Se trata de una estrategia simple que ignora información (Gigerenzer & Brighton, 2009; Gigerenzer, et al., 2008; Marewski, et al., 2009)

Si bien, el uso de la capacidad de procesamiento heurístico ha permitido, a su vez, la aparición de sesgos interpretativos, también conocidos como *ilusiones cognitivas* (Von Winterfeldt & Edwards, 1986), tal y como veremos a lo largo del desarrollo de la tesis, en principio, cabe decir que suponen una herramienta indispensable en el conocimiento del entorno de actividad y, consecuentemente, de la capacidad adaptativa del individuo. Si bien, la relación de heurísticos presentes en la conducta del ser humano es muy amplia, el objeto de su consideración en esta parte de la tesis no es tanto su descripción detallada como la consideración del modo en que las personas construyen su representación sobre las situaciones en las que existen decisiones que tomar y, más en concreto, cómo éstas facilitan, a su vez, los principios reguladores de la adaptación humana. En este sentido, Gerd Gigerenzer refería la existencia de un marco –de decisión– de rápidos y frugales heurísticos, como sistema paradigmático de la decisión humana y animal (Gigerenzer, Todd, & Group, 1999). A continuación describiremos las características esenciales de algunos de los más relevantes.

Heurístico de *equiponderación* (equal weight). Mediante este procedimiento, una persona analiza las alternativas de elección y todos los valores asignados a sus atributos. Sin embargo, para no saturar su sistema procesador, este procedimiento implica la simplificación de la toma de decisiones mediante la desconsideración formal de toda aquella información relativa a la importancia o

probabilidad de cada atributo, tomado individualmente. De este modo, un individuo realizará estimaciones globales de una alternativa a partir de la consideración equiponderada del valor de sus atributos constituyentes. La regla de equiponderación ha sido considerada como una simplificación altamente fiable del proceso de toma de decisiones (Dawes, 1994; Einhorn & Hogarth, 1981; Payne, et al., 1993).

El heurístico de *satisfacción*. Mediante esta estrategia, las alternativas son consideradas de una en una, en el mismo orden en el que se van presentando. El individuo compara entonces el valor de cada uno de los atributos de una alternativa respecto a un umbral de valor predefinido, a menudo considerado, en términos de expectativa, como un cierto nivel de aspiración personal. Si algún valor de atributo está por debajo del umbral, la alternativa será rechazada. De lo contrario, la primera alternativa cuyos valores alcancen los niveles mínimos considerados inicialmente, será elegida. En caso de que no haya ninguna alternativa que alcance los requerimientos mínimos, entonces el sujeto relajará el umbral de expectativa y el proceso se iniciará de nuevo. Si son varias las alternativas que superan el requerimiento establecido entonces el sujeto tenderá a elegir aquella que fue evaluada en primer lugar.

El heurístico *lexicográfico*. Este procedimiento determina cuál es el atributo más importante y entonces examina los valores de todas las alternativas respecto a ese atributo en concreto. La alternativa que obtenga el mejor valor respecto a ese atributo, será elegida. Si dos alternativas muestran valores equivalentes, entonces el sujeto pasará a evaluar el segundo atributo por orden de importancia relativa, y así sucesivamente, hasta que el problema se resuelva, en términos de descompensación de los valores de un atributo dado.

Heurísticos de *juicio de probabilidad*. Una de las vertientes del análisis de la conducta decisonal más estudiada ha recaído sobre la manera en que las personas manejan la información probabilística y cómo esto determina sus juicios de decisión (Shafir & LeBoeuf, 2002). Los sujetos suelen establecer intuitivamente juicios alineados con el cálculo probabilístico cuando las probabilidades en juego son declaradas directamente (Kahneman, Slovic, & Tversky, 1982; Tversky & Kahneman, 1986). Sin embargo, cuando las condiciones del entorno se complejizan, bien por las características asociadas a los eventos dados en las alternativas, bien por la dificultad en aplicar los principios normativos dadas las condiciones de la decisión, las personas tienden a desplegar procedimientos heurísticos. En línea con este apartado, se describen a continuación los más relevantes.

Heurístico de *representatividad*. Expresa la tendencia a evaluar la probabilidad de que un resultado probable pertenezca a cierta categoría, basándose en el grado en que ése resultado caracteriza prototípicamente al patrón ideal de la clase. El hecho en sí es que el análisis meramente probabilístico no aporta información específica sobre la representatividad de un suceso, por lo que racionalmente, en términos económicos, no debería ser justificante del rechazo de una opción dada (Tversky & Kahneman, 1983). Así, tendemos a juzgar a las personas en

función de la cercanía o la similaridad con que se muestran respecto a figuras prototípicas de nuestro entorno social.

En la medida, en que, por ejemplo, alguien se parece a un actor conocido, aproximamos nuestra primera impresión a las características reconocidas en ése actor, tanto más cuanto más se acerca al prototipo de belleza, estética, reconocimiento social, poder, autoridad, etc. El heurístico de representatividad supone que las personas, en general se centran más, en sus juicios, en la fuerza de la evidencia que en los pesos –valor o utilidad- de las alternativas de decisión, a pesar de que la evidencia sea muy *saliente* pero excesivamente poco probable.

Algunos efectos derivados del sesgo de representatividad son el efecto de *regresión a la media*, según el cual, una estimación local es considerada en función a la media representativa de los hechos ocurridos en una distribución normal (por ejemplo, tendemos a pensar que un mal resultado en un examen no preparado se relaciona con una excepción, siendo buenos estudiantes, que con un bajo esfuerzo en prepararlo) (León & Montero, 2006), o el hecho de que las personas se muestren generalmente *sobreconfiadas*, cuando la evidencia es significativa pero de baja frecuencia, y ocasionalmente *desconfiadas*, cuando la experiencia es poco significativa pero muy probable) (Griffin & Tversky, 1992). Respecto a éste último caso, las personas tienden a ser sobreconfiadas cuando juzgan la probabilidad de que sus propias respuestas ante cuestiones de conocimiento general (Fischhoff, 1977; Griffin & Buehler, 1999) o cuando estiman la probabilidad en sus predicciones sobre futuros eventos o conductas (Dunning, Griffin, Milojkovic, & Ross, 1990; Pulford & Colman, 1996; Vallone & Griffin, 1995). Es más, pronunciado en tareas complejas, mientras que en las simples, es más probable la desconfianza, (Lichtenstein & Fischhoff, 1977).

Heurístico del “*como si*”. Las personas, ante información de escasa relevancia diagnóstica, tienden a tratar todos los atributos como si fuesen igualmente fiables (Baron & Hersey, 1988). Una información, a su vez, puede ser poco fiable si: a) la información particular proporcionada respecto a cada una de las alternativas es igualmente probable, en cuyo caso, no será empleada para el diagnóstico de la situación, en términos de preferencia de elección; b) la información suministrada puede ser considerada como poco fiable (Martínez-Arias, 1991)

En el marco de los modelos de procesamiento dual, Stanovich (Stanovich, 2009) ha planteado una taxonomía de heurísticos y sesgos que clasifica los errores cognitivos en los siguientes apartados:

- Errores en la *anulación de los procesos del sistema autónomo* (TASS). Particularmente, el sistema analítico debe ocuparse de contrarrestar los efectos del impulso heurístico. Se posibilita el desdoblamiento en el sistema analítico con objeto de anular los procesos Tipo 1. Sin embargo,

fallan en esta labor y no son capaces de suprimir la respuesta autónoma. Ejemplos característicos de sesgos producidos por este nivel de funcionamiento subóptimo son:

- Efectos de *sesgo de creencias*. Manifiestan la tendencia de las personas a justificar la validez de los argumentos cuando concuerdan con las conclusiones que obtienen (Evans, 2007; Holyiak & Morrison, 2005).
- *Omisión del denominador*. Las personas tienden a descuidar referencias probabilísticas condicionales debidas a denominadores comunes en las alternativas de decisión. Aún conociendo, por ejemplo, el número de participantes en una lotería, sesgan sus tendencias de respuesta respecto a la inversión publicitaria de la campaña de comunicación (Davies & Logie, 1993).
- Problemas de *autocontrol*. Relacionados con el descuento temporal de la recompensa y la demora de la gratificación (George Loewenstein, 1996; McClure, Ericson, Laibson, Loewenstein, & Cohen, 2007; H. Rachlin, 1997, 2000).
- fallas en la *capacidad mental de organización del conocimiento* ("mindware") (Perkins, 1995). Con este término se refiere el conjunto de reglas, procedimientos y estrategias que pueden ser recuperadas por el sistema analítico y empleadas para transformar las metarepresentaciones de la situación. En este tipo de procesos juega un papel crítico el aprendizaje previo del individuo, de tal modo que las posibilidades de control de la acción autónoma del sujeto dependen de la disposición de estrategias y principios de análisis específicos.

Los heurísticos y sesgos relacionados con este nivel caracterizan a una persona que tiene un conocimiento subóptimo relacionado con alguna de estas áreas: a) conocimiento probabilístico; b) Relevancia de las hipótesis alternativas; c) Estructuras de conocimiento específicas de dominio.

La descripción de la conducta irracional, en términos de desviaciones sistemáticas del análisis normativo tiene, en este nivel, un especial referente. Por ello nos detenemos particularmente en este apartado. En el marco de la narración de la tesis doctoral que presentamos, los individuos, fracasan en la consecución óptima del resultado decisional, por un lado, por la falta de disposición cognitiva de habilidades instrumentales de análisis lógico y probabilístico; por otro lado, por la incapacidad, dadas estas *fallas* cognitivas, para inhibir las consecuencias impulsivas procedentes del procesamiento sesgado y heurístico (Sistema 1).

De este modo, si la información debida a este aprendizaje no es suficiente, el individuo se encuentra en una situación de mayor *riesgo*

respecto a los fallos posibles en la conducta racional. No obstante, si una persona utiliza una regla bien aprendida de manera inadecuada, puede facilitar un error de inhibición, dando lugar también a un comportamiento aparentemente irracional. A modo de ejemplo, si una persona fracasa en la aplicación de una regla racionalmente adecuada, irá incurriendo progresivamente en un diferencial de organización mental. En el caso del juego patológico, la capacidad de inhibición de la respuesta autónoma, de tipo heurístico, se verá, entonces, afectada, debido a la falta de capacidad para manejar probabilidades y . eventos de tipo probabilístico (Toplak, Liu, Macpherson, Toneatto, & Stanovich, 2007; Wagenaar, 1988). Errores de este tipo son los efectos de regresión a la media, sesgos de resultado, detección de la covariación, falacia del jugador, emparejamiento probabilístico, rechazo de tasa base o actualización probabilística bayesiana.

Algunos ejemplos de sesgos en este nivel son:

- utilización de la *tasa base no causal*. Se presentan en situaciones que implican la presencia de tasas base cuya relación respecto al criterio de decisión no es causalmente determinante. Las personas, tienden a mostrarse confiadas respecto a la probabilidad bayesiana que representa la situación dada (K.E. Stanovich, 1999).
- Errores de *conjunción*. Se producen cuando se considera que la probabilidad de la aparición conjunta de dos sucesos es mayor que la probabilidad de cada uno de los sucesos independientemente (lo cual no es cierto) (Tversky & Kahneman, 1983).
- Contaminaciones de la organización del conocimiento. No todos los modelos aprendidos de organización del conocimiento son útiles desde un punto de vista adaptativo. Algunos, de hecho, pueden causar directamente acciones irracionales que impidan la consecución de los objetivos individuales. Tal es el caso de las perspectivas de *pensamiento egocéntrico* en el procesamiento de una situación dada (Blackmore, 1999; Dennett, 1995). El egocentrismo puede ser una conducta válida y evolutivamente adaptativa, pero no así en un contexto tecnológico y socialmente equilibrado, en términos de valores, diversidad, igualdad, etc., como el mundo en que habitamos. Otra forma de contaminación es la cultura psicológica popular de los individuos, ya que las causas de nuestras propias creencias sobre el mundo o sobre nuestro propio conocimiento inciden críticamente en la actuación y el juicio racional.
- Rendimiento subóptimo debido a la falta de recurso al sistema analítico (la "*cognición tacaña*"). Cuando una persona utiliza adecuadamente los procedimientos heurísticos en la economización de los procesos de juicio y decisión, para no tener que recurrir al esfuerzo cognitivo que supone el procesamiento algorítmico y reflexivo. En este caso, la

capacidad metarrepresentacional del individuo es inexistente. Entre los efectos de esta categoría cabe citar:

- Efecto de saliencia estimular (Nisbett & Ross, 1980).
 - Sustitución afectiva. Se trata de un caso singular dentro del conjunto de sesgos denominados de *sustitución de atributos* (Kahneman & Frederick, 2002)
 - Pensamiento impulsivo asociativo. Por ejemplo, en situaciones de razonamiento disyuntivo, expresa la tendencia a focalizar en una asociación sin comprometer la acción inhibitoria del Sistema 2 (Levesque, 1986, 1989; Stanovich, 2008; Stanovich, 2009).
- Efectos de *sobreconfianza en la cognición serial asociativa con un sesgo focal*. Tienen lugar generalmente en situaciones nuevas donde es necesario el procesamiento analítico propio del Tipo 2. Cuando los sujetos se adentran en procesos seriales de asociación cognitiva focalizando siempre la atención sobre los mismos elementos. En este caso, la capacidad de desdoblamiento metarrepresentacional sí existe pero no se continúa a través de los razonamientos analíticos que pudieran contrarrestar el efecto de focalización recursiva sobre la misma asociación, impidiendo la simulación de alternativas del mundo o dificultando el razonamiento disyuntivo. Esta característica representa una tendencia a la economización en exceso durante el procesamiento del sistema Tipo 2,

Los efectos de enmarcado son propios de esta categoría de razonamiento, ya que incorporan la aceptación tácita de la formulación dada (Kahneman, 2003a).

CAPÍTULO 2. APRENDIZAJE ASOCIATIVO.

CIRCE.- Así pues, se han llevado a cumplimiento todas estas cosas. Oye ahora lo que voy a decir y un dios en persona te lo recordará más tarde. Llegarás primero a las sirenas, que encantan a cuantos hombres van a su encuentro. Aquel que imprudentemente se acerca a ellas y oye su voz, ya no vuelve a ver a su esposa ni a sus hijos pequeñuelos rodeándole, llenos de júbilo, cuando torna a su hogar, sino que le hechizan las sirenas con el sonoro canto sentadas en una pradera y teniendo a su alrededor enorme montón de huesos de hombres putrefactos cuya piel se va consumiendo. Pasa de largo y tapa las orejas de tus compañeros con cera blanda, previamente adelgazada, a fin de que ninguno las oiga; mas si tú deseas oírlas, haz que te aten en la velera embarcación de pies y manos, derecho y arrimado a la parte inferior del mástil, y que las sogas se liguén al mismo, y así podrás deleitarte escuchando a las sirenas.

Pág 240.

ODISEO.- ¡Oh amigos! No conviene que sean únicamente uno o dos quienes conozcan los vaticinios que reveló Circe, la divina entre las diosas, y os los voy a referir para que, sabedores de ellos, o muramos o nos salvemos, librándonos de la muerte y de la Parca. Nos ordena lo primero rehuir la voz de las divinales sirenas y el florido prado en que éstas moran. Manifestome que tan sólo yo debo oírlas, pero atadme con fuertes lazo, de pie y arrimado a la parte inferior del mástil –para que me esté allí sin moverme-, y las sogas líguense al mismo. Y en el caso de que os ruegue o mande que me soltéis atadme con más lazos todavía.

Pág. 243

Homero, La Odisea. 2006. Madrid, Espasa Calpe.

Odiseo –*Ulises*- había enviado en avanzadilla a un grupo de sus mejores marineros, a explorar la isla de Aea, donde vivía la hechicera, hija del Sol de la Oceánida Perseida. –Ésta, buena conocedora de todas las artes del embrujo, transformaba en animales a todos los viajeros que visitaban su palacio. Al no verlos de regreso, Ulises emprendió su búsqueda, navegando hacia aquel lugar. En el bosque, Hermes le transmitió en secreto la manera de escapar de los encantamientos de Circe, conjurándola a través de la hierba *moly*. La bruja se rindió a sus pies, ambos tuvieron un hijo, Telégono...

Poco después, ya de regreso de consultar el oráculo de Tiresias, en Cimerios, el héroe navegante atravesó la isla de las Sirenas. Por su aspecto característico, entre mujeres, monstruos y pájaros, atraían poderosamente con sus cantos a los marinos, estrellando sus naves contra los acantilados y después devorando a los naufragos.

Pero Circe había enseñado a Ulises lo que había que hacer, la decisión que debía tomar, desde el preciso instante en que se mostraran las claves del dilema. Era el único que disponía del *conocimiento* adecuado para hacer frente a la nueva situación. Era el único en condiciones de responder de manera

adecuada, movido por la experiencia pasada. Su respuesta estaba influida, determinada por el curso de los acontecimientos vividos anteriores. Su respuesta estaba mediatizada por el poder informativo albergado en sus *memorias*.

Y así lo hizo. Su astucia, su capacidad estratégica le permitió responder con una táctica impecable, mostrando, a su vez, el camino para resolver futuras situaciones similares a sus marineros. Decisiones complejas ante situaciones complejas, marcadas por la incertidumbre, el riesgo y la probabilidad de error.

2.1 Racionalidad y representación.

En la primera parte de esta tesis doctoral se ha presentado un recorrido conceptual y descriptivo de las visiones más relevantes y, particularmente, más trascendentes, en la consideración de la racionalidad humana. Ésta idea ha perseguido el objetivo de comprender los principios esenciales que regulan la conducta del agente decisor, cuando se enfrenta a la siempre difícil tarea de decidir, particularmente, cuando la información presentada contiene algún tipo de *desafío* a su propia mente.

Los desafíos de nuestra mente conllevan, casi siempre, algún tipo de *compromiso adaptativo*. La determinación de la rentabilidad de una decisión, en relación a la oportunidad de elección individual juega, como hemos presentado, un papel crítico en la carrera por la supervivencia del individuo y, por añadidura, de la especie.

La interpretación de la información contenida en una situación dada de decisión constituye un reto al conocimiento, en sí mismo, que nos ha atraído poderosamente, cada vez con mayor intensidad, a lo largo del tiempo de elaboración de este trabajo. Quizá porque el mero hecho de considerar el carácter *propositivo* e *intencional* de la conducta humana nos obliga a tener siempre presente los conceptos de *riesgo*, *incertidumbre* y *ambigüedad* decisionales. Es difícil pensar en una tarea cotidiana que no conlleve algún cierto nivel de consideración informacional respecto a estas variables. En otras palabras, rara vez una persona se enfrenta a una tarea conocida, en la que toda la información dada es *predictiva*, absolutamente predictiva y de *estado único*.

En efecto esto no ocurre. No ocurre porque no es normativo, o bien, no es socialmente entendido bajo una convención racionalmente esperada y, por lo tanto, queda fuera del alcance lícito, en la decisión. Probablemente a cualquier persona le encantaría que le tocara el premio principal de la Lotería de Navidad, por ejemplo. Esto no parece ninguna novedad. Pero imaginemos, por un instante, lo que ocurriría si a esa misma persona le vendiéramos un billete con la garantía absoluta de que ése número va a salir premiado el próximo día 22 de diciembre, y que él o ella es la única persona a la que se lo diríamos. Inmediatamente, le preguntaríamos si compraría o no. Esta situación,

aparentemente irresistible para casi todo ser humano, no es real, como decimos. Pero no lo es porque no ocurra, en línea con la argumentación de esta tesis, o porque no sea factible sin influencia a su vez de los humanos, lo cual obligaría a considerar alternativas de tipo fraudulento. No lo es porque la esencia en sí misma de la decisión implica la existencia de una lotería. Y siempre hay loterías cuando hay personas que deciden sobre los eventos del mundo. Continuando con el ejemplo, nuestro protagonista estaría encantado de recibir un premio con una probabilidad cierta, esto es $p=1.0$. Cualquiera, en su sano juicio, pagaría una cantidad, lo más inferior posible a la recompensa, para maximizar el beneficio. Pero, en un momento, justo cuando va a pagar la transacción, piensa: -dice que sólo a mí me lo dirán, pero... ¡no sólo yo lo sé!. En este momento, la *incertidumbre* se apodera de él o de ella, empieza a tambalearse su decisión inicial y duda: ¡al menos dos personas conocen el hecho!. Con ello, la probabilidad pasa a ser de 1.0 a la mitad, esto es, 0.5. Puede que me diga la verdad o puede que me quiera engañar. Para terminar con la escenificación de la situación, la cosa se complica cuando el agente decisor repara en la expresión informativa: "... la única persona a la que se lo diríamos". Esta proposición implica, necesariamente, la presencia de más de dos personas en conocimiento del hecho y lo que es peor, aparentemente, a efectos decisionales: ¡no sabemos cuántas más habrá informadas de ello!. Las expectativas iniciales del sujeto se tornan en otro tipo de escenario, en el que el *riesgo* aparece como un determinante fundamental en el juicio individual.

En el capítulo anterior se establecieron las bases que sustentan la consideración de la *racionalidad humana*. Con ellas, un agente decisor que se enfrenta a situaciones de riesgo e incertidumbre, tratará de sopesar los diferentes sucesos concurrentes. Para ello, con el objetivo de alcanzar un resultado maximizador, satisfactorio y adaptativo, utilizará la capacidad mental disponible, aunando la experiencia acumulada con la evidencia particular y controlando, en la medida de lo posible, los sesgos potenciales propios de un sistema propio de creencias. En la *figura 7* se muestran gráficamente las variables fundamentales (de las cuales, intencionadamente, hemos evitado los factores emocionales, al no constituir objetivo directo en este trabajo), en el marco de la argumentación general en la tesis hasta este momento, que intervendrían críticamente en un acto de decisión humano. Los *flujos de información* comprometen, verticalmente, los diferentes planos mentales de procesamiento, desde el reflexivo hasta el autónomo y viceversa, tal como ya hemos presentado. Los flujos horizontales, en cambio, expresan el modo en que una persona asimila funcional y cognitivamente las características del mundo, desde la entrada hasta su forma elaborada en la respuesta; Este flujo recurrente de información permite al individuo la posibilidad de realizar inferencias decisionales a partir de la extracción de regularidades del entorno y, con estas, crear representaciones directas y alternativas en el cruce de coordenadas con los planos mentales, en el nivel de procesamiento central.

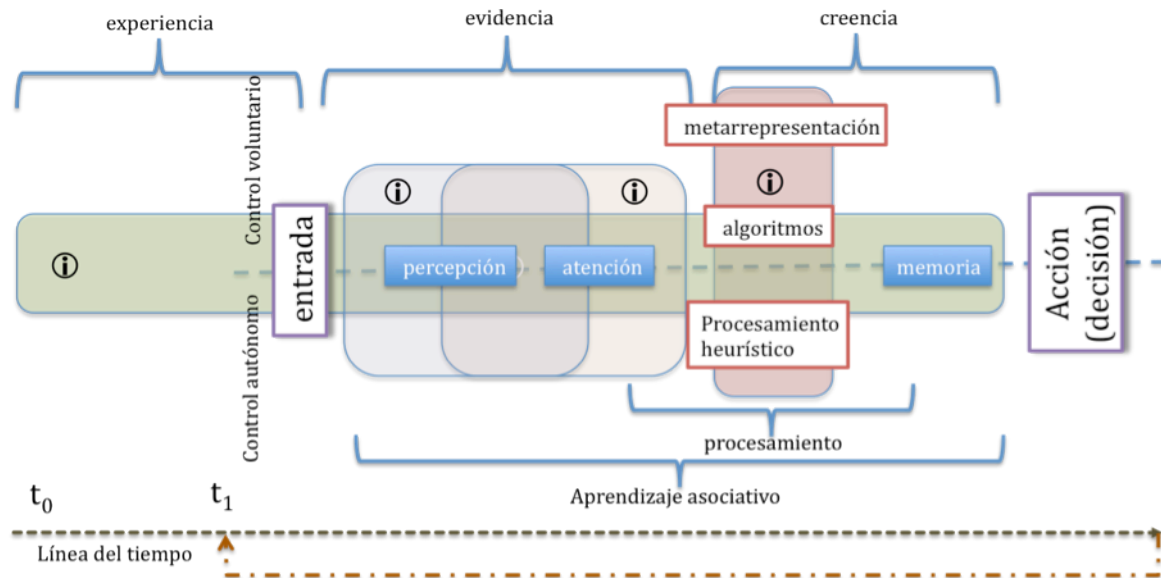


Figura 7. Variables implicadas en un acto de decisión.

El interés fundamental en este segundo capítulo es el análisis del proceso de construcción representacional en la toma de decisiones. Para ello, un aspecto crítico en la comprensión de cómo las personas deciden es la forma en que la información proveniente del entorno es integrada a partir de los datos procedentes de una configuración estimular dada. Las situaciones de decisión se convierten, así, en marcos, entornos modulares, o escenarios en los que un sujeto ha de poder constituir un sistema de preferencias de elección. Alrededor de ellas y de forma previa a la decisión final, es necesario constituir un *punto de referencia* que pueda servir a modo de *criterio* respecto a la elección final.

Para llegar a disponer de un criterio de decisión válido, es necesaria la disposición equilibrada de un conjunto limitado de elementos funcionales, cuyos conceptos esenciales se muestran a continuación:

- la interpretación de las *características formales* de estímulo: particularmente, su contenido informacional permite la categorización representacional del mundo; forma, color, atributos característicos, diferencias formales, etc.
- El *valor* asignado a los diferentes sucesos y estados del mundo. En este caso, considerando las características básicas de los juicios decisionales, la relación de intensidad entre los estímulos informativos (condicionados) y los resultados de las posibles decisiones. En otras palabras, el valor de la *fuerza asociativa* de los estímulos presentes.
- La *experiencia*. Considerada en este punto como el *valor agregado* de los sucesivos ensayos. Modela la representación a medida que se configura un modelo de representación del mundo. En particular, la dimensión *temporal* del proceso de decisiones sucesivas plantea, como se describirá en el tercer capítulo de esta tesis, la relación fundamental entre representación de la *contingencia* y decisión.

- La *atención*. Probablemente uno de los aspectos críticos a considerar en los modelos de aprendizaje asociativo, como se describirá más tarde. Los mecanismos atencionales regulan las transacciones informativas entre individuo, y entorno, dadas las limitaciones funcionales de su sistema de procesamiento, y permiten reconfigurar la jerarquía de preferencias decisionales.
- La *conducta subjetiva*. Aglutina un conjunto de variables que, unos casos son fuentes de error o de sesgo interpretativo, mientras que en otros, lo son de análisis racional en términos lógicos o normativos. Entre medias, la necesidad de considerar la capacidad de *autocontrol* del individuo de cara al equilibrio decisional.

En suma, más allá de la controversia suscitada y, aparentemente hoy resuelta a favor, como se verá más tarde, de la contingencia respecto a la contigüidad asociativa, una cuestión esencial en la comprensión de la conducta de decisión compleja emana de la consideración del modelo de procesamiento de información que el agente decisor realiza a lo largo de un proceso concatenado y sucesivo de elecciones múltiples. La forma en que un animal o una persona maneja las variables asociadas a la gestión de los procesos de elección sucesivos plantea, en estos términos, algunas cuestiones de extraordinario interés: por un lado, cuál es el modelo representacional que maneja un sistema decisor, en términos de su capacidad y forma de gestionar la información contenida en una situación de decisión; en un segundo nivel, deberíamos poder considerar el tipo de análisis de la información contenida en ese proceso: cuál es su entidad, en qué términos puede ser definida y cuál o cuáles pueden ser los modelos psicológicos que expliquen la dinámica de relación entre los diferentes elementos, con sus variables correspondientes, que permitan definir en términos psicológicos la conducta de decisión compleja; un tercer factor a tener en cuenta hace referencia a la necesidad de establecer modelos de cómputo que expresen, o al menos aproximen con la mayor precisión posible, en términos lógico-matemáticos, la dinámica de relación de esas variables a lo largo de la dimensión temporal. Con ello, estaríamos en línea con la oportunidad de generar modelos predictivos y evaluativos de los procesos de decisión incursos en la conducta compleja; en un último estado, los modelos que definirían un patrón de decisión complejo deberían tener no sólo una expresión matemática sino también un correlato neural que al menos identifique, en la actividad específica del sistema cerebral, patrones característicos de actividad, como paso esencial en la confirmación de evidencia neurofuncional de la expresión de conducta en la decisión compleja.

2.2. Aprendizaje en situaciones de decisión compleja. Factores críticos de representación asociados a la sucesión de etapas de elección.

Los modelos clásicos de condicionamiento establecieron cómo la base esencial de todo aprendizaje se relaciona con el establecimiento potencial de asociaciones o emparejamientos entre estímulos (Pavlov, 1927). Uno de los elementos del par mínimo asociativo, el estímulo condicionado o EC, era un estímulo neutro que se presentaba en una situación experimental dada y cuya aparición podía dar lugar a la administración condicional de un nuevo estímulo, generalmente una recompensa (si bien podía ser también algún tipo de estimulación aversiva). Tras la sucesión de eventos en un programa de entrenamiento, el sujeto (animales y humanos) generaba una respuesta anticipatoria, denominada respuesta condicionada, RC, cuya variación en los parámetros que la definían era considerada como la base del proceso de aprendizaje en términos asociativos.

Ha transcurrido más de un siglo desde que Thorndike presentó la primera teoría de aprendizaje asociativo (Thorndike, 1988). Con ella, los modelos de aprendizaje instrumental vinieron a añadir la posibilidad de que tal emparejamiento interestimular no se produjese única y exclusivamente entre dos elementos precursores de la respuesta, sino entre la respuesta misma y las consecuencias contingentes asociadas a la aparición del EI. En una derivada de este tipo de procesos, el principio de asociación podría hacerse extensible en los procesos de carácter experimental a la relación misma entre el EI y la consecuencia de su aparición.

Tanto los modelos explicativos del aprendizaje en términos asociativos clásicos como instrumentales permitieron la elaboración de diseños experimentales específicos que permitían manipular las variables de estado referidas a los estímulos que se presentaban o se ocultaban en los procesos de decisión experimental. Así, por ejemplo, los diseños de cadenas concurrentes o la investigación experimental con laberintos facilitaron la expresión operativa del análisis de requerimientos basados en los modelos condicionante e instrumentales.

La investigación experimental actual considera con carácter general la existencia de al menos tres elementos esenciales en la definición de un proceso convencional de aprendizaje asociativo, a saber, *contigüidad* entre estímulos, *contingencia* y *predicción del error*. Sin embargo, en el inicio de la investigación sobre aprendizaje asociativo esto no fue así. De hecho, los trabajos iniciales se centraron en el análisis de los mecanismos asociativos que tenían lugar en virtud de la ocurrencia conjunta en una situación (Hilgard, 1931; Hilgard & Marquis, 1940; Washburn & Bentley, 1906), de manera que el condicionamiento resultante elicita una serie de respuestas susceptibles de poder ser evaluadas en términos psicofisiológicos (Liddell, James, & Anderson, 1934). Todos estos trabajos, en su conjunto, se centraron en las interacciones observables cuando se presentaban conjuntamente un EC –inicialmente neutro, por lo general- y un EI. Cada uno de estos pareamientos, considerado

de manera aislada, se denomina *ensayo*, de tal modo que se asumía que el aprendizaje era algún tipo de función directa del número de ensayos ocurridos a lo largo del procedimiento de condicionamiento. Por ello, se ha considerado que este grupo de investigaciones constituyeron la primera generación experimental sobre aprendizaje en psicología, cuyos modelos se han denominado “de ensayo discreto” (Vogel., Soto, Castro, & Solar, 2006).

2.3. Modelos cuantitativos iniciales del aprendizaje: el operador lineal.

Con objeto de comprender la secuencia de argumentos que se describen posteriormente en este capítulo es preciso revisar en este momento algunas ideas fundamentales que establecieron, sin duda, las bases de las teorías de aprendizaje asociativo que han dado cuerpo al conocimiento actualmente disponible.

Los diversos hallazgos realizados durante los albores del siglo XX, con distintas especies animales, fueron sistematizados alrededor de incipientes enfoques de aprendizaje cuya intención fundamental era dar cuenta explicativa de la conducta de aprendizaje. De ellas, dos sobresalieron con un mayor énfasis: por un lado, los trabajos de Hull y Spence (Hull, 1935, 1943, 1945; K. W. Spence, 1960) y, por otro, los modelos *estocásticos* conocidos como la *teoría estadística del aprendizaje*, o la *teoría del muestreo de estímulos* (Bush & Mosteller, 1955; Estes, 1950). Ambas postularon un algoritmo similar, conocido como el *operador lineal*, para describir el modelo de aprendizaje a lo largo de un proceso de condicionamiento, cuyo argumento central señala que las variaciones en la *fuerza del hábito* o de la *probabilidad de respuesta* (conceptos correspondientes, respectivamente, a ambos modelos) son algún tipo de función establecida en relación a la discrepancia entre el valor asintótico, máximo, de la relación posible entre dos estímulos y el valor asociativo actual del EC. De manera clarividente, aunque no disponían de los actuales recursos tecnológicos y computacionales (Bitterman, 2006) que hoy tenemos, desarrollaron una estrategia de investigación que otorgaba una importancia singular a los “sistemas en miniatura”, cuya idea implica la realización de los siguientes pasos (Hilgard, 1948; Hull, 1935):

- un modelo animal cuidadosamente seleccionado.
- Algunas cuestiones básicas.
- Una técnica de entrenamiento eficiente, objetiva y altamente sistemática, diseñada para alcanzar resultados que sean altamente reproducibles.
- La explicación teórica que pueda ser concebida de manera más sencilla, sobre los resultados observados, cuya forma matemática contenga una serie de parámetros que puedan ser cuidadosamente evaluados.

La *figura 8* muestra una representación simple de un procedimiento de condicionamiento Pavloviano en el que aparecen tres estímulos concurrentes, de los cuales uno de ellos es incondicionado y genera una respuesta máxima

en relación a su presentación de manera aislada (λ). Esta capacidad de elicitación se conoce como *fuerza asociativa* entre el EI y la respuesta incondicionada. Por su parte, La fuerza asociativa de cada EC (respectivamente, v_1 y v_2) es una expresión de la capacidad de asociación entre el EC y el EI. Los estímulos condicionados influyen, de esta manera, sobre la unidad adaptativa, el organismo, de tal modo que determinan la respuesta final

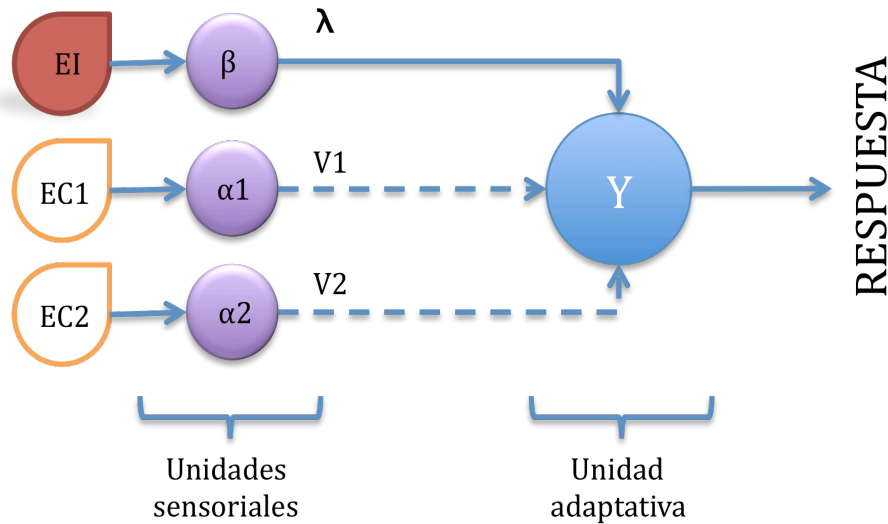


Figura 8. Red neural de un condicionamiento simple. Las líneas discontinuas representan las conexiones variables, cuyo valor es v_1 , ..., v_n , entre las unidades de procesamiento (círculos); el valor máximo de la relación entre EI y el resultado viene dado por λ ; Los símbolos de la izquierda representan los estímulos y su conexión con las unidades sensoriales, cuya actividad viene expresada por las letras α_n y β ; el círculo grande representa la unidad adaptativa.

El operador lineal, como se ha expresado con anterioridad, tenía como ecuación general (Bush & Mosteller, 1951; Kendler, 1971):

$$\Delta v_i = \alpha_i \beta (\lambda - v_i)$$

siendo α una constante que representa la *saliencia* o intensidad del estímulo, $0 < \alpha < 1$; β es un parámetro de tasa de aprendizaje, relacionado con la intensidad del EI; λ es el valor máximo de condicionamiento soportable por el EI. Lo más importante de la información expresada por el operador lineal es que la variación producida en términos de fuerza asociativa por un estímulo condicionado es una función del error producido, en términos de la diferencia entre el valor asintótico –valor máximo de asociabilidad del EI- y el valor actual de fuerza asociativa de ese estímulo. Además, una segunda característica fue una idea conocida como la “hipótesis de la continuidad” (K. Spence, 1945), según la cual, todos los estímulos condicionados concurrentes y emparejados con el EI aumentarían su valor asociativo, ya que éste dependería exclusivamente de la relación entre cada EC y el EI. Así, si dos estímulos, A y

B, son presentados en el mismo ensayo, el error producido por A será $(\lambda - v_A)$, mientras que el producido por B será $(\lambda - v_B)$.

De acuerdo con esta visión inicial, la modulación del cambio asociativo viene determinada exclusivamente por el procesamiento del EI, definiendo el “*término de error*”, $(\lambda - V_A)$, como la amplitud con la que un estímulo, A, puede predecir la ocurrencia de un EI. De este modo se postulaba que si un estímulo incondicionado no era predecible por el EC, entonces podría soportar un mayor aprendizaje respecto a ese EC, es decir, potencialmente tendría mayor capacidad de incrementar su fuerza asociativa, que si ya fuese totalmente predecible (valores de λ y V_A equivalentes). En estos modelos, adicionalmente cabe decir que el papel del EC era una constante fija, expresa en términos del parámetro de saliencia del estímulo.

La hipótesis de la continuidad fue cuestionada seriamente por los modelos que se describirán posteriormente, los cuales establecen la posibilidad de que las claves o estímulos presentes en un proceso de condicionamiento puedan interactuar asociativamente..

2.4. MODELOS ASOCIATIVOS DE PROCESAMIENTO DEL ESTÍMULO INCONDICIONADO.

2.4.1. Primeros cuestionamientos a los modelos tradicionales. Bloqueo y condicionamiento inhibitorio.

El modelo del operador lineal presentaba una dificultad fundamental en la explicación del aprendizaje, al imposibilitar la acción interactiva de dos señales concurrentes. A partir de estas propuestas iniciales, los trabajos se encaminaron a constatar cómo cuando los estímulos son entrenados de manera conjunta, podían entrar en competición mutua, facilitando o inhibiendo el proceso de aprendizaje del sujeto, lo que significaba, técnicamente una modificación de su fuerza asociativa. El hecho más significativo suponía que, cuando una señal ganase en fuerza asociativa, otra, contigua a ella, pudiese perderla.

El paradigma más significativo de este hecho, que vino a refutar los resultados modelizados por el operador lineal fue el conocido como efecto de bloqueo (Kamin, 1968, 1969b). Dada su importancia en el curso histórico de la presente narración, se presenta su diseño a continuación.

El término bloqueo fue empleado por Kamin (1969) para expresar una situación experimental en la que el entrenamiento previo sobre un elemento, A, de un

estímulo compuesto, AB, puede impedir completamente el condicionamiento del segundo elemento, B (algo que claramente contradecía los postulados previos sobre aprendizaje asociativo).

En un paradigma típico de bloqueo, un EC, A, se empareja con el EI (ensayos A+) hasta que se condiciona de manera estable una respuesta. Esta es la llamada *fase previa* o *fase de entrenamiento*. En un segundo momento, se introduce un nuevo EC, B, que es presentado a partir de entonces de manera simultánea con el primero (compuesto estimular AB), de modo que están presentes en el momento de obtención del resultado, AB+.. Kamin estableció que los sujetos no mostraban efecto alguno de aprendizaje respecto al segundo estímulo condicionado cuando éste era presentado, en un momento posterior, de manera aislada en los ensayos experimentales. Propuso, por ello, que el aprendizaje del segundo estímulo, B, quedaba bloqueado por un estímulo, el A, que era más predictivo respecto a la obtención del resultado. Así, por ejemplo, si las ratas recibían series de ensayos en los que un compuesto estimular consistente en luz y sonido indicaba la ocurrencia de una descarga eléctrica, se observaba cómo mostraban una repuesta de supresión condicionada a ambos estímulos. Sin embargo, si esos ensayos eran precedidos por series de entrenamiento en los que aparecía asociada únicamente la luz con la descarga, las ratas mostraron una escasa o total ausencia de respuesta de supresión respecto al sonido.

El efecto de bloqueo fue investigado inicialmente con ratas y otras especies animales. De hecho, Kamin empleó en sus diseños los procedimientos de *respuesta emocional condicionada* de Estes y Skinner (Estes & Skinner, 1941). Cabe decir que este procedimiento ha sido referido también como de *supresión condicionada*, ya que la intermediación de un condicionamiento aversivo – miedo- disminuía la tasa de aparición de la respuesta inicialmente condicionada en el entrenamiento; a su vez, la retirada del EC provocaba una recuperación de la línea base de respuesta (Moore & Schmajuk, 2008). Posteriormente se inició el estudio de su efecto sobre la conducta humana. En el caso de los humanos, el diseño experimental básico se presenta en dos grupos, experimental y control (Arcediano & Matute, 1997). En la primera fase, se presenta al grupo experimental un EC, A, emparejado con el EI, mientras que al grupo de control no se le expone a este tipo de ensayos de entrenamiento. En la segunda fase, ambos grupos se exponen al compuesto, AB+. Por último, en la fase de test, se observó una respuesta más débil al estímulo condicionado B para el grupo en el que había habido un entrenamiento previo respecto al grupo de control (Tabla 3).

Tabla 3. *Diseño experimental de bloqueo en humanos.*

Grupo	Fase 1	Fase 2	Test
Bloqueo	A+	AB+	B-
Control		AB+	B-

Kamin argumentó en contra de las teorías tradicionales de condicionamiento, ya que el efecto observado de bloqueo no podía ser únicamente explicado en base al argumento de contigüidad estimular, ya que, de ser así, ambos grupos hubiesen tenido que mostrar respuestas equivalentes ante la presencia del nuevo EC. Sugirió, por ello, que el bloqueo implicaba algún tipo de procedimiento de carácter atencional (Kamin, 1969a; Pauli & O'Reilly, 2008). Interpretó el efecto de bloqueo en términos de *sorpresa*, *atención* y *predictibilidad*, conceptos que, sin duda, abrieron el camino a los desarrollos posteriores, en el marco de la naciente teoría cognitiva del aprendizaje animal y humano.

El efecto de bloqueo fue observado inicialmente, como se ha señalado, en el marco de procesos experimentales excitatorios, esto es, en los que se emparejaba un EC y un EI con objeto de incrementar la frecuencia y magnitud de las respuestas condicionadas, RC. Algunos ejemplos, en este sentido, además de los mecanismos de supresión condicionada, fueron los diseños de condicionamiento del parpadeo en conejos (Marchant & Moore, 1973), o de la aversión al olor en moluscos (Sahley, Rudy, & Gelperin, 1981). Por su parte, otros autores iniciaron vías similares de contraste experimental, empleando otros paradigmas experimentales. De este modo, pudo constatar el efecto de bloqueo en el condicionamiento inhibitorio (Suiter & LoLordo, 1971). En este último caso, los diseños de condicionamiento inhibitorio, contenían una característica muy particular, pues la reducción de la tasa de respuesta se relacionaba con una situación en la que el EC y la respuesta inhibitoria (una descarga en las patas de las ratas, en el experimento de Suiter y LoLordo) guardaban una correlación negativa. Este hecho, fundamental tanto en la consideración de la teoría general del aprendizaje como de la tesis presentada, constituyó una puerta abierta al estudio de la *contingencia*.

2.4.2. Las aportaciones de Rescorla.

En 1968, Robert Rescorla (Rescorla, 1968) presentó un experimento que supuso un amplio cuestionamiento al planteamiento anterior sobre aprendizaje y procesos asociativos. Estos, estaban fundamentalmente basados en los postulados del condicionamiento pavloviano. Sus aportaciones fundamentales se basaban en el hecho de que el aprendizaje era una propiedad emergente del procesamiento de la información relativa al análisis de las *contingencias* interestimulares, y no tanto un efecto debido a la asociación simple, por contigüidad, entre los estímulos. Hasta esta fecha se venía asumiendo la práctica equivalencia entre contigüidad y contingencia como base del proceso de asociación, de tal manera que lo fundamental en el diseño de condiciones experimentales de aprendizaje asociativo era la asociación temporal de dos estímulos para observar cambios en la conducta frente a situaciones control en las que este emparejamiento temporal no se producía (y por tanto, tampoco el cambio conductual).

2.4.2.1. Inhibición condicionada.

Anteriormente nos hemos referido al condicionamiento inhibitorio como uno de los problemas sin resolver, en la investigación psicológica sobre aprendizaje animal, hasta la fecha, en términos exclusivamente de contigüidad. En sus trabajos iniciales, Rescorla (1968), se incidía particularmente sobre el hecho de que la conducta condicionada era una consecuencia de la contingencia y no únicamente del emparejamiento temporal.

Como hemos apuntado, en el condicionamiento inhibitorio, también conocido en castellano como *inhibición diferencial* (González-Reyes, 1998), los procesos de aprendizaje son inversos al del condicionamiento excitatorio (V.M. Lolordo & Fairless, 1985; Rescorla, 1989), esto es, cuando aparece un EC, el EI no aparece, en el más simple y prototípico de los ejemplos. Es decir, el EI aparece sólo ante la ausencia del EC (V. M. Lolordo & Rescorla, 1966). De este modo, los sujetos aprenden a aproximarse a un EC cuando anticipa la ausencia de un EI negativo, o se alejan de un EC cuando éste predice que un EI positivo no va a suceder.

A diferencia de la consideración de la inhibición como una derivada de la ausencia de reforzamiento, más cercana a la *extinción*, lo que caracterizaría a los procesos de condicionamiento inhibitorio es la presencia de mecanismos reales y diferenciados de aprendizaje, lo que significaría que el sujeto tiene también capacidad para aprender cuándo algo no va a suceder, es decir, cuando un resultado no se va a presentar. Sin embargo para ello es preciso considerar la importancia necesaria y, posiblemente, suficiente, de la contingencia y no del proceso de emparejamiento, en el curso del aprendizaje. En la búsqueda de una solución explicativa plausible del aprendizaje resultante de la discriminación de estímulos combinados con valencia inversa en el proceso asociativo, los modelos que aparecieron a principios de los años 70 (Rescorla, 1973; R.A. Rescorla & A.R. Wagner, 1972; Whitlow & Wagner, 1972) propusieron la existencia de un estímulo adicional no directamente observable, que era sensible también al reforzamiento. Este estímulo se asociaba al combinado estimular fruto de la conjunción de los estímulos aislados presentados previamente, generando una estructura de tipo ABU-. Este estímulo podría adquirir propiedades condicionadas de tipo inhibitorio en función de las cuales sería posible predecir esa respuesta diferencial.

Las aportaciones de Rescorla se centraban en esencia en la posibilidad real de disociar contigüidad y contingencia a través de diseños de aleatorización real de las condiciones control. Sostenía que en los diseños realizados hasta entonces, al eliminar completamente la asociación EC-EI en los controles, en realidad lo que se hacía era sustituir un patrón de contingencia por otro. Mediante el proceso de aleatorización real el programa de reforzamiento se presentaba al margen de la aparición de los EC, de tal manera que podían darse coincidencias aleatorias entre EC y EI. En su experimento, Rescorla diseñó un procedimiento que incorporaba un proceso de condicionamiento con distintas etapas en las que se modificaba la contingencia (pequeñas descargas eléctricas en las patas de las ratas) asociada a la presencia de un estímulo condicionado, la presencia de un tono en la cámara experimental. Sus

resultados permitieron observar cómo era la contingencia y no el emparejamiento temporal lo que realmente dirigía el proceso de condicionamiento pavloviano.

2.4.2.2. Validez relativa.

Los trabajos de Rescorla fueron fundamentales en la investigación sobre aprendizaje animal por varias razones. En primer lugar, como se argumenta en estas líneas, por su capacidad para explicar fenómenos como el bloqueo, del que hemos hablado con anterioridad, o la *validez relativa* (A.R. Wagner, Logan, Haberlandt, & Price, 1968; Yamaguchi, 2006). En este último caso, se utilizaron tres estímulos diferentes, A, B y C, con los que se configuraban dos compuestos. AB y AC. El primer compuesto era siempre reforzado mientras que el segundo no lo era nunca en la condición experimental, AB+ y AC-. El estímulo que se quería poner a prueba, A, se comparaba con la condición control, en la cual ambos compuestos estimuladores eran reforzados el 50% de las ocasiones (AB+/-, AC+/-). A pesar de que el estímulo condicionado A era reforzado la mitad de las veces en ambas condiciones, la respuesta de los sujetos fue mucho más débil en la condición experimental que en la condición control. Estas variaciones en la respuesta no podían ser justificadas, obviamente, sólo con el recurso argumental a la contigüidad estimular (pues los emparejamientos reforzados eran los mismos). En realidad, el papel del contexto parecía jugar un papel más importante de lo que se había considerado hasta entonces. En segundo lugar, el modelo Rescorla-Wagner (en adelante, también, *R-W*) supuso la presentación de un modelo explicativo de primera línea, tras casi cuarenta años de investigación (Vadillo & Matute, 2005).

2.4.3. Aprendizaje asociativo y competición de señales: el modelo Rescorla-Wagner.

Quizá una de las primeras ideas necesarias para exponer la contribución del modelo de Rescorla y Wagner (R.A. Rescorla & A.R. Wagner, 1972) al conocimiento del aprendizaje asociativo sea la importancia concedida a la competición por la *fuerza asociativa* marginal en un ensayo dado. Así, la formulación del cambio asociativo venía dada por la ecuación;

$$\Delta V_A = \alpha_A \beta (\lambda - \sum V)$$

siendo $\sum V$ la representación del conjunto de las fuerzas asociativas de las señales que se presentan conjuntamente en un ensayo dado. De este modo, el modelo de Rescorla-Wagner establece que el error que gobierna el cambio asociativo para cualquier clave en ese momento está determinado por la fuerza asociativa de todas las señales presentes.

El modelo R-W considera que la asociación *inesperada* entre un estímulo condicionado y uno incondicionado fortalece la relación entre ambos –su fuerza asociativa-. Sin embargo, si tal encuentro es *esperado*, lo que implica algún tipo de condicionamiento previo, tal relación interestimular se debilita. Con ello, la respuesta de los sujetos viene determinada por la fuerza asociativa existente entre el EC y el EI, mayor cuanto más intensa sea y menor cuanto menos intensidad tiene.

2.4.3.1. Bloqueo

La significación esencial de una descripción del cambio asociativo en los términos presentes en el modelo de Rescorla-Wagner reside en su capacidad para ofrecer una explicación plausible sobre fenómenos de conducta derivados de procesos de interacción mutua de señales concurrentes. De ellos, uno de los más representativos ha venido a ser la resolución explicativa del paradigma de bloqueo. Ya hemos podido explicar cómo cuando un compuesto AB es reforzado, la fuerza asociativa asignada a B viene a ser determinada por la discrepancia entre el valor asintótico, λ y las fuerzas combinadas de A y B. Sin embargo, como resultado del entrenamiento previo sobre A (aproximando su valor al máximo posible, esto es, a λ), tal discrepancia se aproximará a 0, con lo que B no obtendrá prácticamente ningún incremento en su capacidad asociativa.

En síntesis y con objeto de facilitar una representación comprensiva de la argumentación que sigue a continuación, la ecuación de Rescorla y Wagner contenía, de manera implícita, algunas ideas fundamentales:

- a) *predictibilidad*. Si un EC tiene una alta capacidad asociativa, la diferencia entre el valor asintótico que alcanza el EI y el valor actual del EC será mínima, con lo que el diferencial de aprendizaje será mínimo. En otras palabras, si el estímulo condicionado predice el EI con una alta probabilidad, entonces el aprendizaje será menor. En este sentido, Rescorla y Wagner referían el concepto de *sorpres*a al indicar que existiría un mayor aprendizaje cuanto mayor fuese la capacidad de sorprender con el resultado posible a un sujeto en presencia de un EC dado.
- b) El *aprendizaje* se relaciona con la adaptación en términos de aproximación del error. Como consecuencia de la situación anterior, la capacidad para aprender de un individuo está en relación con la posibilidad de corregir la distancia marginal producida en el denominado *término de error*, de la ecuación R-W.
- c) *Saliencia constante*. El modelo R-W consideró la influencia de dos constantes de estímulo, α para el EC, y β para el EI, que no eran sensibles al cambio producido por efecto del entrenamiento. Eran consideradas, por tanto, propiedades características de estímulo y por tanto, valores fijos.

- d) El papel de la *experiencia previa* en el aprendizaje. El modelo R-W comparte con la propuesta inicial de Bush y Mosteller (Bush & Mosteller, 1951) algunos puntos esenciales: a) el papel de los cambios en la efectividad del EI para guiar el proceso de aprendizaje; b) la influencia fija del EC en el aprendizaje; y c) la asunción de la *independencia de vía*, ignorando el papel de la historia previa de aprendizaje en la determinación de la distribución de cambio asociativo.
- e) La equivalencia entre *aprendizaje* y *ejecución*. Este es, precisamente, uno de los puntos más controvertidos de la teoría, sin duda desarrollado con posterioridad en otros marcos teóricos (Cole, Denniston, & Miller, 1996; Miller, Barnett, & Grahame, 1995; Pineño, Urushihara, & Miller, 2005).

La idea de la independencia de vía supone que el cambio asociativo soportado por los elementos constituyentes de un compuesto estimular combinado depende únicamente de la actual fuerza asociativa de ese compuesto y del resultado actual, y no de las fuerzas individuales de sus elementos constituyentes ni la forma en la que se alcanzaron dichos niveles de fortaleza asociativa. Para comprobar esta asunción, (Rescorla, 2000a) propuso un diseño experimental en el que empleó un paradigma de *enfoque de revista*, cuyos términos básicos se describen a continuación.

2.4.4. Evidencia del papel del error absoluto en la determinación de la magnitud del cambio asociativo. Diseños de Condicionamiento Combinado.

El modelo de Rescorla Wagner es considerado como uno de los más influyentes en toda la historia reciente del aprendizaje asociativo, pues explicaba con relativa facilidad fenómenos simples, más allá, incluso, de los desafíos posteriores a los que fue sometido (Vogel, et al., 2006). Algunos, se han descrito ya en esta tesis; otros, como la protección a la extinción o la sobre-expectación (Lattal & Nakajima, 1998; Rescorla, 1970). Pese a todo, algunas fallas fueron observándose progresivamente, lo que dio lugar, por un lado, a la propia evolución del modelo inicial y, por otro, a la aparición de propuestas teóricas alternativas que explicarían y complementarían el conocimiento que actualmente tenemos sobre aprendizaje animal y humano. A continuación nos ocuparemos del primer término de este planteamiento, relativo al desarrollo del modelo R-W.

La influencia del procesamiento del resultado obtenido queda reflejada, como se ha visto, en la información contenida en el análisis de la discrepancia entre el valor asintótico de la fuerza asociativa condicionable por ese EI y su intensidad actual. Una de las características más importantes asociadas al modelo fue el hecho de que la fuerza asociativa total se distribuye a lo largo de los distintos estímulos que aparecen de manera combinada en un compuesto estimular.

En esta línea de investigación Rescorla empeñó buena parte de su tiempo de investigación, durante los años siguientes a la presentación de su modelo. De hecho, buena parte de la crítica en la comunidad científica a su teoría sostenía, como veremos posteriormente, que el papel de la saliencia estimular es crítico en el desarrollo de un procedimiento de condicionamiento, para un compuesto estimular. Tanto, que, si dos estímulos tenían la misma saliencia estimular, era previsible que pudieran desencadenar el cambio asociativo con la misma magnitud. Sin embargo, ofreciendo una explicación alternativa, Rescorla constató evidencias diferenciales en términos de la fuerza asociativa previa de los estímulos.

Así, en diseños de series experimentales con ratas, (Rescorla, 2000a, 2000b) investigó la distribución del cambio asociativo en programas de reforzamiento en los que se aplicaba una combinación compuesta por estímulos excitadores e inhibidores. Así, las ratas fueron expuestas en sucesivos ensayos a estímulos de tipo A+, C+, X+, BX- y DX-, siendo A y C, señales con equivalencia excitatoria, mientras que B y D se presentaron en el condicionamiento como inhibidores

Tabla 4. Diseño experimental de Rescorla (2000a, 2000b)

Grupo	Pre-entrenamiento	Condicionamiento	Test
	A+ C+	AB+	AD
	X+ XB- XD-		BC

equivalentes en valor. Tras un período inicial en el que los estímulos se presentaron de manera aislada, se comenzó un segundo estadio experimental en el que se reforzaba la combinación AB+, de un excitador y un inhibidor, con objeto de observar si el incremento en A y B en esta fase era equivalente respecto a las fuerzas asociativas de sus componentes o, por el contrario, existirían diferencias entre ellos. Para ello, Rescorla observó a continuación la respuesta de los sujetos a compuestos cruzados del tipo AD (excitador más inhibidor) y BC (inhibidor más excitador equivalente). Así, si los ensayos AB+ contenían incrementos de valor equivalente en la fuerza de A y B, entonces las respuestas en AD y BC, debería permanecer con un valor equivalente. Si, por el contrario, los ensayos AB+ producían un incremento mayor en la fuerza asociativa en el valor excitatorio A o en el inhibitorio, B, entonces, el test debería arrojar una mayor respuesta en el compuesto correspondiente, AD o BC. Rescorla (2000) encontró así resultados contradictorios respecto a las predicciones del modelo de Rescorla-Wagner, expresadas en la aparición de una mayor respuesta condicionada sobre BC (el compuesto inhibidor) que sobre AD (compuesto excitador), lo que era indicativo de que la fuerza asociativa del estímulo inhibidor, B, experimentó un mayor incremento que el excitador, A, como resultado del entrenamiento previo con el combinado AB+. En un primer momento, este resultado fue atribuido a la saliencia diferencial del

estímulo utilizado. Tras contrabalancear experimentalmente los estímulos (visuales y auditivos), se observaron los mismos resultados, atribuyendo, con ello, los efectos diferenciales a un mayor poder de cambio asociativo en los compuestos que contienen un estímulo inhibitor que en aquellos que contienen un estímulo excitador. En suma, estos hallazgos sugirieron que las propiedades individuales de estímulo, como su saliencia o su fuerza asociativa, no podían ser consideradas de manera única para predecir el comportamiento que un compuesto estimular puede tener sobre la conducta de un sujeto. De la misma manera, empleando un diseño de automoldeamiento (Brown & Jenkins, 1968; Lubow, 1989) se observó una mayor pérdida de fuerza asociativa en el compuesto excitador, ante la ausencia del reforzamiento. Este resultado observado, al contrario de lo que cabría esperar (si el cambio asociativo en situación de reforzamiento es menor para el excitador, también debería serlo en términos de decremento para el no reforzamiento, atendiendo a la regla de linealidad expresada por el modelo R-W), puso de manifiesto la necesidad de reformular la regla de cambio asociativo, con objeto de aproximarla a un diseño de *función sigmoidea*, algo que permitiría comprender los procesos observados en el marco de los modelos de *interacción asociativa*.

En resumen, la suma de fuerzas asociativas establecida en el modelo, según la regla inicial del modelo R-W, supone que todas las señales presentes en un ensayo deberían tener idéntico término de error y, por tanto:

$\Delta V_A = \alpha_A \beta (\lambda - (V_A + V_B))$, y $\Delta V_B = \alpha_B \beta (\lambda - (V_A + V_B))$, siendo la saliencia, α , de A y B, equivalentes, algo que se consigue gracias al contrabalanceo de los estímulos. Los resultados observados, por el contrario, no se correspondían con este hecho. Inicialmente, el modelo de Rescorla-Wagner predecía incrementos idénticos para A y B, como resultado de los entrenamientos AB+, independientemente de que ambos inicien el período de ensayos con diferentes fuerzas asociativas (de hecho, $V_A > 0$ al ser un excitador, y $V_B < 0$ al ser un inhibitor). Sin embargo, contrariamente a las previsiones iniciales, Rescorla (2000) encontró que los términos de error deben considerarse por separado, al hallar un mayor incremento en la fuerza asociativa para el estímulo inhibitor que para el excitador, a lo largo de los ensayos AB+, lo que suponía que el principio de independencia de vía no podía ser aplicado a los compuestos globales, es decir, la distribución del cambio asociativo entre los elementos de un compuesto reforzado no es independiente del estatus asociativo de sus elementos separados. Quizá, una derivada esencial en este resultado sea que el hecho de que el mayor cambio en la fuerza asociativa se observa en aquel estímulo que presentará una mayor discrepancia (mayor valor del término de error, y por tanto, un resultado “más sorprendente”) respecto a la fuerza asociativa que puede soportar un resultado dado, algo muy aproximado a los postulados iniciales del modelo de Bush y Mosteller (1951)

Así pues, el experimento de Rescorla (2000) puso en escena un aparente conflicto respecto al modelo inicial de Rescorla Wagner. Si bien el segundo planteaba la independencia de los cambios asociativos de los elementos de un combinado, el primero establecía la importancia del valor del sumatorio en la determinación de la distribución del cambio asociativo (entre otras cosas, necesario, como se ha visto anteriormente, para explicar el fenómeno de

bloqueo). Se hacía, en conclusión, necesaria una reformulación del modelo, que considerara la posibilidad de que el cambio asociativo en un combinado se debiera tanto a la relevancia de la acción combinada del compuesto (error sumativo), como de la acción individual de sus elementos (cambio debido al ajuste respecto al error individual) (Le Pelley, 2004).

2. 5. MODELOS ATENCIONALES DEL CAMBIO ASOCIATIVO.

2.5.1. Antecedentes. Modelos de atención selectiva.

Como venimos argumentando, la teoría de Rescorla y Wagner de 1972 fue el elemento propulsor de la aparición de otros modelos explicativos del cambio asociativo, en ocasiones con motivo de la búsqueda de desarrollos complementarios y en otras con la intención de resolver las numerosas limitaciones que surgían a medida que la propia investigación tenía lugar (Miller, et al., 1995). De entre ellas, las teorías de *atención selectiva*, se caracterizaron, en líneas generales, por desplazar el foco principal de análisis, que hasta entonces había estado centrado en el EI como propulsor del cambio, hacia la comprensión de las características del EC. De hecho, recuperaban la noción inicial, operativa, de *atención*, entendida como *control estimular*, un estado del organismo que pone en relación la irreductible relación entre estímulo y respuesta (Ray, 1969, 1972; Skinner, 1953). En este contexto, estas teorías fueron descritas en términos de procesos de “doble estado” o “encadenados”. Conceptualmente definían al sujeto como un sistema capaz de atender a un conjunto único de estímulos en cada ensayo individual, el cual determinaba, a su vez, su respuesta respecto a esa situación particular (Lovejoy, 1968; N.S. Sutherland, 1964; N. S. Sutherland & Mackintosh, 1971; Trabasso & Bower, 1968; Zeaman & House, 1963).

Los diferentes modelos de atención selectiva propusieron argumentos explicativos también diferentes respecto a los mecanismos de cambio en la fuerza asociativa. En general asumían que los estímulos sobre los que se focalizaba la atención de manera selectiva podían ser objeto de modificación de sus fuerzas asociativas. Así, por ejemplo, Zeaman y House (Zeaman & House, 1963) o los trabajos de Lovejoy (Lovejoy, 1968) suponían que la probabilidad de atender a un estímulo particular en un ensayo individual determinaba la probabilidad de que el resultado de ese ensayo modificase la fortaleza de ese estímulo. Por otro lado, Sutherland y Mackintosh (N. S. Sutherland & Mackintosh, 1971) argumentaban que los sujetos podían intercambiar sus preferencias atencionales sobre los diferentes analizadores en un ensayo particular. Con ello, la fuerza de un analizador particular determinaba la proporción de cambio de un estímulo particular. A continuación resumiremos algunas características generales a todos estos modelos.

2.5.2. Modelos de estado único. Modificación del parámetro α .

Formalmente, esta propiedad de cambio en la fuerza asociativa respecto a la derivada atencional en procesos concatenados (de ensayos sucesivos), puede ser expresada en los mismos términos representados en los modelos de estado único, mediante la incorporación de dos asunciones particulares. En primer lugar, el parámetro de tasa de aprendizaje, α no es una consecuencia fija derivada de las características físicas de un estímulo, tales como su intensidad o modalidad, sino más bien, es un parámetro que puede variar en relación a la experiencia del sujeto.

La experiencia del sujeto en un proceso de condicionamiento se inicia con el comienzo del experimento y es una consecuencia de la correlación entre estímulos y el programa de reforzamiento al que el sujeto es expuesto a lo largo del experimento, de tal modo que aumenta la probabilidad de atención sobre un conjunto relevante de estímulos y disminuye respecto al conjunto irrelevante, con las correspondientes variaciones en el parámetro α .

2.5.3. La Hipótesis Inversa.

Una segunda asunción en las teorías atencionales, derivada del hecho de que los sujetos atienden a un único conjunto de estímulos en cada uno de los ensayos posibles, es que la probabilidad de atención sobre un conjunto dado de estímulos es inversamente proporcional a la probabilidad de atender a los demás. Sutherland y Mackintosh (N. S. Sutherland & Mackintosh, 1971) asumieron que el sumatorio de las fuerzas de todos los analizadores equivaldría a 1.0. Esta asunción ha sido denominada como la *hipótesis inversa* (Thomas, 1970). La Hipótesis Inversa supone la competencia entre estímulos por los recursos atencionales, de tal manera que un incremento en la atención en un conjunto de estímulos necesariamente implicará un decremento en la atención en algún otro conjunto de estímulos.

Junto con la aparición conceptual de la Hipótesis Inversa, algunas líneas argumentales habían ya descrito algunas condiciones restrictivas en el procesamiento de los sujetos, que determinaban sus capacidades de percepción y gestión de la comunicación. Así, un corolario derivable de la *teoría de la información* (Shannon, 1948) establecía que el sujeto tiene una capacidad limitada para procesar información. Los estímulos competirían por acceder a un canal de capacidad limitada, y la formación de asociaciones entre un conjunto de estímulos y el reforzamiento necesariamente será a costa de la formación de asociaciones con otros estímulos. Sin embargo, los estudios realizados con animales sobre programas de reforzamiento instrumental, suponían la existencia de grados de libertad suficientes en el patrón de respuesta del sujeto como para considerar el riesgo de saturación de la capacidad de procesamiento de la información.

La hipótesis inversa supone la constatación de que la asociación de un estímulo con el reforzamiento no depende únicamente de las características particulares de ese estímulo sino que está en relación también con las características particulares de los estímulos que se presentan al mismo tiempo, de su correlación con el programa de reforzamiento o de su historia pasada. Tales hechos empíricos han sido ampliamente constatados a través de diseños de ensombrecimiento y bloqueo. Pavlov (1927) constató, por ejemplo, cómo un perro podía asociar un estímulo de temperatura (calor) con el EI (alimento), mientras que cuando este se acompañaba de otro estímulo luminoso, de mayor intensidad que el anterior, no se producía o se ralentizaba el proceso de condicionamiento respecto al primero. Kamin (1969), por su parte, constató cómo la respuesta de supresión de las ratas sobre estímulos acústicos (presentados en combinación con luz) no aparecía tras la aplicación de series previas de ensayo utilizando estímulos luminosos. En el caso del *ensombrecimiento*, la asociación de un estímulo de alta intensidad (por tanto, con un valor alto de α) con un complejo estimular compuesto correlacionado con el programa de reforzamiento, disminuirá el valor de α asociado con los demás estímulos. En el caso del bloqueo, la hipótesis inversa establece cómo la asociación previa de un estímulo de alta intensidad incrementa su valor de α . Al llegar el momento del emparejamiento con un segundo estímulo, de menor valor del parámetro asociativo, se aseguraría la permanencia de α para ese estímulo en niveles bajos.

2.5.4. Cambios en la atención debidos a la experiencia.

Sin duda, una aportación fundamental de los modelos atencionales al conocimiento sobre aprendizaje asociativo fue la reflexión necesaria entre capacidad atencional y experiencia previa. Algunos trabajos pioneros (Lashley, 1929; Krechevsky, 1932) indicaron que los sujetos abordaban una situación experimental con un conjunto particular de hipótesis sobre cuáles son los estímulos que pueden ser relevantes y cuáles aquellos que pueden ser irrelevantes. Cuando se enfrentan a los estímulos irrelevantes, rechazan las hipótesis inadecuadas y entonces ensayan otras nuevas. Sin embargo, no se explicaba el fenómeno de cambio como una característica propia del proceso de aprendizaje. El primero en hacerlo, no obstante, fue Lawrence (1949), quien sugirió que la “discriminación adquirida de claves” puede ser un proceso gradual de aprendizaje.

Los experimentos de Lawrence sobre procesos de discriminación sucesiva y simultánea (Lawrence, 1949, 1950) y sobre la transferencia a lo largo de un continuo (Lawrence, 1952), mostraban evidencia del cambio en el parámetro α a medida que se producía la transferencia de un problema a otro, marcando incrementos para los procesos relevantes y procesos inversos en el caso contrario. Similares resultados y propuestas explicativas fueron realizadas posteriormente (Sutherland & Mackintosh, 1971). Por otro lado, el sobreentrenamiento y el aprendizaje reversible parecían denotar incrementos en el valor del parámetro (Mackintosh, 1969; Mackintosh Holgate, 1969).

Adicionalmente, otros estudios evidenciaron cómo la magnitud de su valor en la transferencia de un problema a otro dependía del mantenimiento de la relevancia del correspondiente estímulo (Shepp & Eimas, 1964; Shepp & Schrier, 1969).

2.5.5. Teoría atencional de Mackintosh

El modelo de Rescorla y Wagner establecía como fuente de variabilidad principal en el aprendizaje el procesamiento del estímulo incondicionado, en cuanto a su potencial adaptativo, otorgando un papel secundario al carácter de los EC en el proceso. Paralelamente, otras teorías fueron adquiriendo relevancia por su capacidad alternativa en la explicación de tales fenómenos. En particular, un conjunto de modelos alternativos estableció su centro de interés alrededor de la capacidad de procesamiento de los estímulos condicionados en el entorno de aprendizaje, sosteniendo, como idea principal, que su potencial asociativo sí podría ser modificado por efecto de la experiencia del sujeto. A su vez, la capacidad asociativa estaba en relación estrecha con la capacidad atencional del sujeto, en relación al procesamiento en curso, por lo que a este tipo de modelos se les reconoció bajo la denominación de teorías atencionales de aprendizaje asociativo. De entre ellas, el modelo más característico ha sido el presentado por Mackintosh (N. J. Mackintosh, 1975) y desarrollado con posterioridad de manera complementaria por otros autores (Kruschke, 2006; Le Pelley, 2004). Desde entonces, los datos empíricos sugieren que el aprendizaje no puede ocurrir sin un nivel mínimo de atención acumulada, especialmente en las tareas que conllevan niveles implícitos o requerimientos no intencionales de aprendizaje (Frensch, Buchner, & Lin, 1994; Hoffman & Sebold, 2005), sugiriendo la presencia de mecanismos subyacentes de carácter automático en la integración asociativa de la información (Logan & Etherton, 2004; Perruchet & Vinter, 2002; Stadler, 1995).

Como se ha planteado con anterioridad, el modelo de Mackintosh (1975) supone un planteamiento convergente entre las teorías asociativas que abogan por la determinación exclusiva del EI en el establecimiento de la vinculación entre señales (Rescorla & Wagner, 1972) y las que establecen, desde una perspectiva teórica opuesta, que la fuerza asociativa depende esencialmente de características inherentes a la configuración del EC (Pearce & Hall, 1980).

En su expresión más simple, el cambio asociativo se describe como:

$$\Delta V_A = S\alpha_A(\lambda - V_A)$$

donde V_A es el valor de la fuerza asociativa de un estímulo, A, S es un parámetro de tasa de aprendizaje, α_A es el valor de la fuerza asociativa del estímulo A, y λ es el valor asintótico del condicionamiento admisible por el resultado que se presenta en un ensayo determinado. El parámetro α , en el modelo, varía con la experiencia, por lo que el estímulo condicionado mantendrá una fuerza asociativa alta si es un mejor predictor del resultado en

el presente que el resto de los estímulos que se presentan en ese mismo momento.

A diferencia de los modelos anteriores, descritos en la presente tesis en términos de la capacidad del agente para procesar las características del cambio asociativo relacionadas con el EI, en este caso el parámetro α no tendría una influencia fijada y constante (saliencia del estímulo condicionado) en el proceso sino que, al contrario, sería una variable determinante en la descripción del modo en que varias señales compiten de manera contributiva en un proceso de condicionamiento. Una variable capaz, además, de variar con la experiencia de aprendizaje del sujeto, hecho éste que constituye un punto nuclear en el planteamiento expresado por este tipo de teorías.

Mackintosh (1975) plantea que una teoría adecuada de aprendizaje asociativo debería establecer algún tipo de regla para determinar el decremento del parámetro de fuerza asociativa en los estímulos que no correlacionen con cambios en el programa de reforzamiento, es decir, cuya información en situaciones de cambio sea redundante. Por la misma razón, α aumentaría para un estímulo dado, A, siempre que éste señale el cambio en el programa de reforzamiento respecto a la tasa de recompensas esperada, a su probabilidad o a su magnitud (N. J. Mackintosh & Turner, 1971).

La ecuación general del modelo es, aparentemente similar al planteamiento de Bush y Mosteller (Bush & Mosteller, 1951) presentado anteriormente. En particular, atribuyen por un lado el cambio asociativo al papel del término del error, dada la discrepancia entre el valor máximo de asociabilidad del EI y el valor actual del EC, esto es, a los cambios en el procesamiento del EI. Por ello, puede decirse que considera este factor como de *independencia de vía*. Sin embargo, el parámetro de saliencia, α , refleja cambios en el procesamiento del EC y está determinado por su historia asociativa previa. Con ello, el cambio asociativo no puede ser debido únicamente a la fuerza asociativa de la señal y, por tanto, el modelo de Mackintosh no asume la independencia de vía. Explica el cambio, por tanto, en términos de *asociabilidad* más que en términos de ajuste del error.

Así pues, el valor del parámetro α_A se incrementa cuando A predice algún tipo de cambio en el programa de reforzamiento, mientras que decrece cuando A no señala cambio alguno respecto a las expectativas del sujeto. Desde un punto de vista formal, la expresión de la capacidad predictiva de un estímulo, A, respecto a un determinado reforzador (el valor absoluto del error, *término error*) puede representarse mediante la expresión simple:

$|\lambda - V_A|$, siendo λ el valor asintótico de la fuerza asociativa condicionable por ese reforzador en concreto, y V_A es el valor actual de la fuerza asociativa de A.

En línea con la argumentación realizada hasta el momento, para que el valor de α_A aumente, de tal manera que A se convierta en un mejor predictor de un

resultado concreto que todos los demás estímulos presentes en esa situación, entonces, debería cumplirse que:

$\Delta\alpha_A > 0$ si $|\lambda - V_A| < |\lambda - V_X|$, donde V_X representa el valor de la fuerza asociativa de todos los estímulos diferentes a A presentes en ese ensayo. El proceso inverso sucedería en el caso de un decremento en el valor del parámetro α . Así, con carácter general, en un episodio dado de aprendizaje, n , la actualización de la capacidad de asociación de cada señal presente se actualizará de acuerdo con las siguientes ecuaciones generales:

$$\Delta\alpha_A^n > 0 \text{ si } |\lambda^n - V_A^{n-1}| < |\lambda^n - V_X^{n-1}|, \text{ y}$$

$$\Delta\alpha_A^n \leq 0 \text{ si } |\lambda^n - V_A^{n-1}| \geq |\lambda^n - V_X^{n-1}|.$$

Según expresan las ecuaciones anteriores, el cambio asociativo vendría determinado por la capacidad de una señal, A, para predecir un resultado al inicio de un ensayo dado. En la teoría de Mackintosh, el tamaño del cambio viene dado, a su vez, por el valor de la discrepancia entre ambos miembros de la inecuación, es decir, entre las magnitudes de V_A^n y V_X^n , aunque no especificó algoritmo alguno para su estimación. Cabe señalar que el estímulo puede indicar tanto reforzamientos como la ausencia de reforzamientos. En este caso, el valor asintótico $\lambda \leq 0$.

2.5.6. Aprendizaje y ejecución en el modelo de Mackintosh.

Junto con la determinación formal del proceso de cambio asociativo, la teoría descrita por Mackintosh asume que α afecta tanto al *aprendizaje* como a la *ejecución* del sujeto (a diferencia del modelo R-W), es decir, no sólo importa cuál es la fuerza asociativa actual de una señal, sino también cómo esa fuerza actual ha sido adquirida.. Así, un estímulo puede perder control sobre la respuesta, incluso aunque su fuerza asociativa sea alta, si el decaimiento en el valor de α hace disminuir la probabilidad de que esa fuerza asociativa se pueda transferir al nivel de ejecución. Así, si un estímulo B adquiere control sobre la respuesta y a continuación es presentado junto a un segundo estímulo, A, mejor correlacionado con el reforzamiento, cualquier caída en el control de B puede reflejar el eventual decaimiento de α_B provocado por el cambio en la validez del estímulo B. Con ello, el bloqueo dependería del decaimiento de α para el elemento que se añade en el proceso, con lo que, en realidad, nunca llegaría a ser completo, ya que dependería de la tasa de cambio en α . De este modo, una forma de establecer el grado de bloqueo es analizar la intensidad con que el estímulo que se añade a la situación dada señala algún cambio en el programa de reforzamiento.

Un análisis combinado de los dos factores intervinientes en el cambio asociativo plantea su carácter opuesto respecto a sus efectos sobre el procesamiento de las relaciones entre estímulos. Así, si una señal estimular es

un buen predictor de un resultado, tendrá, de acuerdo con la formulación esencial del modelo, un parámetro de error pequeño, por lo que tenderá a producir un incremento del valor asociativo también pequeño. Contrariamente, un buen predictor de un resultado mantendrá un valor alto del parámetro de tasa de aprendizaje, α , algo que predispone, a lo largo del proceso formal de condicionamiento, hacia la consecución de valores de ΔV mayores. De este modo, Mackintosh (1975) explicaría de manera adecuada los resultados hallados por Rescorla (2000), según el cual, en el inicio de la segunda fase, en la que se presentó el combinado AB+, ambos elementos constituyentes contenían un valor del parámetro α cercano a su indicador asintótico, pero se diferenciarían críticamente, en especial en el primer ensayo de la fase, en su capacidad para modificar su fuerza asociativa. Así, mientras que para A el término error estaría cercano a 0, permaneciendo en niveles de alta predicción respecto a los resultados del combinado, para B, el valor de V_B tendría una mayor amplitud de cambio, dado su fracaso inicial en la predicción del resultado final (la presencia del EI), con lo que iría incrementándose progresivamente. Por ello, especialmente al principio del proceso de condicionamiento combinado, el estímulo A, inicialmente predictor de la aparición del reforzador, mantendría su intensidad, inhibiendo el valor de activación de los demás estímulos del combinado que no fueran tan predictores como él. Con ello, Mackintosh presentó una forma plausible de explicar el fenómeno de bloqueo en términos de historial asociativo.

2.5.7. Modelos mixtos del término de error en la determinación del condicionamiento.

Con objeto de resolver tal aparente contradicción, fue necesario apelar de manera combinada a propuestas de modelización capaces de considerar, por un lado, el efecto global de la influencia de las fuerzas asociativas de las señales intervinientes y, por otro, el efecto determinador de cada una de ellas, de manera independiente, en la distribución del cambio asociativo a lo largo del reforzamiento. En este sentido, Le Pelley (2004) propuso que el cambio asociativo soportado por una señal A en un ensayo con valor positivo del término

$$(\lambda - \sum V)$$

es decir, se trata de aprendizaje excitatorio, venía dado por la ecuación:

$$\Delta V_A = \alpha_A \beta (\lambda - \sum V) |\lambda - V_A|$$

y, para el caso en que el carácter del aprendizaje sea inhibitorio,

$$\Delta V_A = \alpha_A \beta (\lambda - \sum V) |\sum V^+ + V_A|$$

reflejando la significación particular del valor sumado de todas las señales excitatorias, V^+ .

Como novedad, esta propuesta establece que el cambio asociativo suministrado por una señal está influido por la discrepancia entre su propia fuerza asociativa y el valor del actual resultado. En particular, en el caso del aprendizaje inhibitorio, el término

$$|\sum V^+ + V_A|$$

representa la discrepancia entre el potencial inhibitorio, definido por la presencia de señales que predicen la ocurrencia del EI en el momento en que ocurre la ausencia del EI, y la fuerza asociativa actual de la señal A.

2.5.8. Limitaciones al modelo de Mackintosh (1975). El problema de la explicación de la inhibición condicionada y el modelo ampliado de Mackintosh..

La consideración de la independencia de vía, esto es, la conceptualización de la influencia de cada clave como un factor independiente en el cambio asociativo, tenía sus limitaciones en la comprensión de algunos efectos importantes. Tal es el caso de la dificultad para explicar el fenómeno de *inhibición condicionada* al margen de una descripción lógica que comprendiese la existencia de un *factor de error sumatorio* en el proceso de ajuste adaptativo. La explicación de la conducta animal en situaciones de reforzamiento no contingente necesitaba urgentemente evoluciones complementarias del modelo inicial. En este contexto, algunos intentos iniciales incorporaron términos específicos de error a la expresión matemática que expresaba el cambio asociativo (Moore & Stickney, 1985; N. A. Schmajuk & Moore, 1985), fundamentalmente a partir de la idea inicial descrita por Konorski (Konorski, 1967) según la cual en un proceso de condicionamiento algunos estímulos podrían establecer “antiasociaciones” con la ausencia del EI (\overline{EI}), pudiendo existir una cierta fuerza inhibidora del \overline{EI} sobre el EI , cuando ambas situaciones están presentes de manera simultánea en un proceso. Sin embargo, modelos como el de Schmajuk y Moore (1985) no fueron capaces de explicar fenómenos de inhibición como los producidos en situaciones de *sobreexpectación*, cuando se añadía una señal nueva a un combinado de dos estímulos que habían sido previamente entrenados para predecir la aparición del reforzador (Kremer, 1978), o tampoco la inhibición que aparecía en situaciones en las que se reducía la magnitud del EI al asociar la señal A, previamente, con un reforzador de alta intensidad y el compuesto AB con un resultado más débil en intensidad de reforzamiento (Cotton, Goodall, & Mackintosh, 1982), 1985; Wagner, Mazur, Donegan, & Pfautz, 1980).

Venos pues, cómo una dificultad crítica en la explicación del curso del aprendizaje asociativo ha venido determinada por la confrontación, a veces incluso paradójica, entre la posibilidad de explicar ciertos fenómenos combinatorios, en particular, el *bloqueo*, y los problemas derivados de su modelización matemática en términos de identificar, de manera simultánea, una formulación plausible y precisa de otros fenómenos como el de *inhibición condicionada*. Tal paradoja parecía provenir, en particular, de la necesidad de recurrir al mismo tiempo a la explicación sumativa en la distribución de la influencia del cambio asociativo y a la independencia de vía en la influencia autónoma de cada una de las señales intervinientes en el proceso de condicionamiento combinado, elementos estos que, aparentemente, se presentaban de manera antagónica en las respectivas ecuaciones que describían dichos procesos.

2.5.9. Algoritmo en el modelo ampliado de Mackintosh.

Los desarrollos posteriores al modelo inicialmente propuesto (Cotton, et al., 1982; Mackintosh & Cotton, 1985), 1985) fueron conocidos como el “modelo ampliado de Mackintosh” (Le Pelley, 2004). En ellos, se estableció que la fuerza efectiva de un reforzador, R, en un ensayo, equivaldría a:

$$R = \lambda - \left(\sum V - \sum \bar{V} \right)$$

Donde $\sum \bar{V}$ es el sumatorio de la fuerza asociativa de todos aquellos estímulos presentados para los que no existió presentación del EI.

Si R es positivo, es decir, la intensidad predecible de reforzamiento es menor que su magnitud actual, de tal modo que ese ensayo particular conllevará un tipo de aprendizaje excitatorio, la fuerza asociativa establecida entre el EC y el EI se incrementará de acuerdo con la ecuación:

$$\Delta V_A = \alpha_A \beta_E \cdot \left(1 - V_A + \bar{V}_A \right) |R|$$

Por el contrario, si el valor de R es negativo, es decir, la intensidad esperada de reforzamiento es mayor que su magnitud actual de reforzamiento de tal manera que el ensayo actual soportará un proceso de aprendizaje inhibitorio, la fuerza entre el EC y el no-EI (antiasociación), se verá incrementada según:

$$\Delta \bar{V}_A = \alpha_A \beta_I \cdot \left(1 - \bar{V}_A + V_A \right) |R|$$

Con ello, la fuerza asociativa neta de una señal, V^{NETO} , que establece el nivel de respuesta condicionada asignada a esa señal, viene dada por:

$$V^{NETO} = V_A - \bar{V}_A$$

Como conclusión, conviene volver a incidir en la aportación que supuso el modelo ampliado respecto a las tesis originales de Mackintosh (1975), por cuanto supone la inclusión de un término de error, asociado al valor de R , capaz de explicar, entre otros, el fenómeno de inhibición condicionada. Este nuevo término de error es capaz de establecer el tipo de aprendizaje (excitatorio o inhibitorio), así como la cantidad de aprendizaje en el cambio entre ensayos (ΔV_A y $\Delta \bar{V}_A$). En cuanto al control de los cambios asociativos, el modelo, además, incorpora un término de error independiente para cada tipo de señal, de manera similar a como lo establecía la propuesta original de Mackintosh [$(1 - V_A + \bar{V}_A)$ y $(1 - \bar{V}_A + V_A)$, respectivamente], de tal manera que se asegura la influencia autónoma de cada elemento individual de un compuesto, en lugar de considerar la fuerza sumativa conjunta del mismo, en el cambio asociativo que subyace a esa clave en particular.

Hasta aquí, el algoritmo acoge la consideración relativa al cambio asociativo producido en la relación EC-EI. A continuación se expondrá el desarrollo respecto a la asociabilidad potencial del EC.

El proceso de condicionamiento normalizado exige que, tras la actualización de las fuerzas asociativas para un ensayo dado, de acuerdo con las ecuaciones vistas con anterioridad, se ajuste la capacidad asociativa (su *asociabilidad*) de cada una de las señales condicionadas. Así, en el caso de $R > 0$, el cambio en la asociabilidad de una señal A en un ensayo n vendrá determinada por:

$$\Delta \alpha_A^n = -\theta_E \cdot \left(\left| \lambda^n - V_A^{n-1} + \bar{V}_A^{n-1} \right| - \left| \lambda^n - V_X^{n-1} + \bar{V}_X^{n-1} \right| \right),$$

y cuando $R < 0$, el cambio asociativo vendrá dado por:

$$\Delta \alpha_A^n = -\theta_I \left(\left| R^n - \bar{V}_A^{n-1} + V_A^{n-1} \right| - \left| R^n - \bar{V}_X^{n-1} + V_X^{n-1} \right| \right), \text{ donde } V_X \text{ y } \bar{V}_X \text{ representan,}$$

respectivamente, las fuerzas asociativas combinadas de los demás estímulos diferentes a A, y la fuerza inhibitoria combinada disponible en el conjunto de esos mismos estímulos. Por su parte, θ_E y θ_I son parámetros de tasa de aprendizaje para los cambios en α , respectivamente, en los ensayos excitatorios e inhibitorios. Con objeto de prevenir posibles efectos de congelamiento del proceso de aprendizaje, el algoritmo establece un valor de α situado entre 0,5 y 1 (ver LePelley, 2004 para una ampliación).

2.5.10. El modelo de Pearce y Hall de 1980

2.5.10.1. Antecedentes.

En 1979, Hall y Pearce (Hall & Pearce, 1979) pusieron en tela de juicio la efectividad particular del modelo de Mackintosh (1975), al presentar experimentalmente el fenómeno conocido desde entonces como de

“*transferencia negativa de Hall-Pearce*”. Básicamente, en su estudio hallaron cómo, contrariamente a lo esperado, las ratas parecían mostrar un cambio en el procesamiento de la señal condicionada previamente como predictora -un tono-, alterando su capacidad para entrar en asociación con una versión más intensa del combinado estimular. Así, en la fase de entrenamiento, el tono era asociado con una descarga ligera mientras que en la segunda fase el tono se asociaba con una descarga de intensidad moderada. Contrariamente a los supuestos presentados por Mackintosh, Hall y Pearce (1979) consideraron que el fenómeno de transferencia negativa implicaba una visión de los procesos asociativos diametralmente opuesta, manifestándose en el hecho de que el procesamiento del tono se reducía como resultado de su emparejamiento consistente con un estímulo incondicionado –la descarga débil-. Este argumento, junto con la apreciación del fenómeno de *inhibición latente* (según el cual la preexposición no reforzada y consistente a un estímulo que lo configuraba como un predictor de ausencia de recompensa, producía un retraso en la tasa de condicionamiento subsiguiente de ese estímulo) llevaron a Pearce y Hall a establecer una reformulación del modelo de aprendizaje asociativo basado en el EC.

2.5.10.2. Las bases fundamentales del modelo.

Pearce y Hall (Pearce & Hall, 1980) propusieron, un modelo que compartía, como punto de partida inicial, el planteamiento de Mackintosh (1975) según el cual la efectividad de una señal condicionada, EC, puede cambiar de acuerdo con su poder predictivo. Pero quizá la mayor diferencia estriba en el abandono de la idea de que los cambios en la efectividad del EI juegan algún papel significativo en el proceso de condicionamiento. Su formulación, expresada en términos de contraste al modelo de Mackintosh (Pearce y Hall, 1980), considera que la posibilidad de procesamiento de un determinado estímulo viene determinada en la medida en que no sea un predictor seguro de sus consecuencias. En otras palabras, aquellas señales que sean peores predictoras de resultados mantendrán una mayor fuerza asociativa que los estímulos de alta predictibilidad del resultado (Kaye & Pearce, 1984; Swan & Pearce, 1988; Wilson, Boumphrey, & Pearce, 1992). Se trata de una teoría atencional del aprendizaje, cuya propuesta fundamental es, por consiguiente, que la atención (o la *asociabilidad* manifestada por el parámetro α), es mayor para los estímulos nuevos, o para aquellos estímulos que han sido presentados al final de una sucesión en ensayos en los que el resultado no puede ser anticipado (O. Griffiths & Mitchell, 2008). Con ello, y de manera opuesta al modelo de Mackintosh, esta propuesta predice que a medida que un participante aprende a preceder si un resultado ocurrirá en cada ensayo, los valores del parámetro α de esos estímulos decrecerán.

Su formulación matemática fue expresada de la siguiente forma:

$\alpha_A^n = |\lambda^{n-1} - V_A^{n-1}|$, donde α_A^n representa la asociabilidad que un EC, A, tendrá en un ensayo de condicionamiento, n , y dependerá del valor absoluto que toma la discrepancia entre la intensidad del EI en el ensayo previo y la fuerza

asociativa del estímulo en ese mismo ensayo. Tanto α como λ varían, convencionalmente, entre 0 y 1. De la misma manera, la variación en la fuerza asociativa mostrada por una señal dada depende tanto de su asociabilidad como de la intensidad de ese estímulo y de la del EI. Así.

$\Delta V_A = S_A \alpha_A \lambda$, donde S es un parámetro que varía, asimismo entre 0 y 1, y que depende de la intensidad del EC. Con ello, el papel desempeñado por la intensidad de un estímulo estaba explícitamente separado del papel asignado a los cambios en la asociabilidad, de tal modo que, combinando las dos ecuaciones anteriores, se obtendría:

$\Delta V_A^n = S_A |\lambda^{n-1} - V_A^{n-1}| \lambda^n$, que describe el cambio en la fuerza asociativa adquirido por un estímulo, A, en un ensayo, n , dado.

2.5.10.3. Historia previa y asociatividad en el modelo de Pearce-Hall.

¿Cuál es el procedimiento que gobierna la conducta de un sujeto en la determinación de su preferencia asociativa?. Esta es, en realidad, una pregunta clave que subyace a lo largo y ancho de la presente tesis. Quizá, impregna no sólo el motivo del presente apartado, sino del conjunto global del trabajo. Sin embargo, en este punto introduciremos, a propósito de los trabajos sobre procesamiento del EC descritos inicialmente en el modelo Pearce-Hall, algunos argumentos cuya significación parece de especial interés para el objetivo experimental de la presente tesis. En particular, esta idea afecta al modo en que los diferentes ensayos sucesivos intervienen en la configuración y en la modificación –incremento o decremento– de la fuerza asociativa del estímulo condicionado como predictor de un determinado evento futuro. Y cómo, subsiguientemente, en un ensayo dado, la decisión respecto a un determinado caso único viene condicionada por la carga experiencial de los sucesos similares acaecidos con anterioridad.

En el trabajo original de Pearce-Hall (1980), el ensayo inmediatamente anterior desempeñaba un papel esencial en la carga asociativa para una determinada señal condicionada. Sin embargo, pronto Pearce, Kaye y Hall (1981) identificaron que este tipo de modelización presentaba irregularidades manifiestas, modificando su posición inicial y sugiriendo que la asociabilidad venía dada por el valor promedio de α . De este modo, específicamente incluyeron un nuevo parámetro, γ , que reflejaba una distribución exponencial respecto a la influencia de los ensayos previos en el actual balance asociativo. Así, el ensayo inmediato anterior era el que ejercía una influencia mayor, decrementándose progresivamente a medida que aumenta la distancia entre el evento actual y el evento pasado. Su valor oscila entre 0 y 1. Si γ se aproxima a 1, entonces α viene determinado únicamente por los eventos intervinientes en el ensayo precedente. Si su valor, por el contrario, se aproxima a 0, entonces α está determinado por un elenco amplio de antecedentes en los ensayos previos, mientras que el inmediato tendría un efecto escaso sobre la

fuerza actual de condicionamiento. De este modo, la actualización de la asociabilidad de un estímulo vendría dada por la ecuación:

$\alpha_A^n = \gamma \left| \lambda^n - \sum V_{NETO}^{n-1} \right| + (1 - \gamma) \alpha^{n-1}$, donde $\sum V_{NETO}^{n-1} = \sum V^{n-1} - \sum \bar{V}^{n-1}$, es decir, el valor neto de la fuerza de condicionamiento en los ensayos previos equivale a la diferencia entre asociación excitatoria y la asociación inhibitoria. En otras palabras, un dato relevante a señalar aquí es que dicho valor neto representa la medida en la que un EI puede ser anticipado por todos los estímulos presentes en ese ensayo (tanto los que establecieron relación EC-EI como los que establecieron asociación EC-no-EI).

Adicionalmente, Pearce et al. (1981) incluyeron un parámetro, β de tasa de aprendizaje relativa al procesamiento del reforzador, con distintos valores dependiendo de la naturaleza del reforzador empleado (de manera similar al parámetro de tasa de aprendizaje expresado en el modelo de Mackintosh). Así, el cambio asociativo (el término error) para un ensayo dado descrito anteriormente por Mackintosh (1975) dependerá de la naturaleza del aprendizaje que ese ensayo podrá soportar, por lo que tendría aquí su expresión de la forma:

$$E^n = \lambda^n - \left(\sum V^{n-1} - \sum \bar{V}^{n-1} \right)$$

Para valores positivos de E , esto es, en caso de aprendizaje excitatorio, la actualización de la fuerza de la asociación entre el EI y el EI viene dada por

$\Delta V_A^n = \beta_E \cdot \alpha_A^{n-1} \lambda^n$, siendo β_E el parámetro de aprendizaje excitatorio asociado al EI. Además, una característica sobresaliente en el modelo derivado de Pearce y Hall es que, al menos para estos casos en la naturaleza del cambio es excitatoria, el peso absoluto del mismo recae esencialmente en el procesamiento del EC, sin considerar el efecto del término error, lo que equivale a indicar que el procesamiento del EI no cambia a lo largo del curso de aprendizaje.

Por el contrario, para valores negativos de E , la asociación EC-no-EI se incrementará en los siguientes términos:

$\Delta \bar{V}_A^n = \beta_I \cdot \alpha_A^{n-1} \cdot |E^n|$, donde β_I indica el parámetro de aprendizaje, en este caso, inhibitorio.

En este punto, merece la pena resaltar una diferencia crítica entre las propuestas de Mackintosh y Pearce y Hall respecto a la regulación del potencial asociativo de un conjunto estimular. Así, mientras la ecuación modelizada por Mackintosh consideraba que el cambio en la asociabilidad de una señal estaba regulada por su término error propio, descrito como $\lambda - V_A$, la propuesta de Pearce-Hall especifica que dichos cambios están determinados por el valor neto asociativo del compuesto estimular, es decir, en qué medida el compuesto es capaz de predecir un resultado dado.

2.6. MODELOS HÍBRIDOS DE APRENDIZAJE ASOCIATIVO.

2.6.1. Introducción

Como hemos expuesto con anterioridad, las diferencias entre los modelos de procesamiento del EC establecen distancias explicativas amplias en la resolución de las dificultades para describir fenómenos típicos de condicionamiento como la inhibición latente o la distribución de la mayor y menor asociabilidad entre los estímulos que se constituyen en buenos predictores o los que son malos predictores, como conductores esenciales del proceso de cambio asociativo. Este hecho significativo, presente en la discusión experimental a lo largo de los últimos años, plantea el reto de establecer un modelo que permita exponer con claridad y suficiente amplitud la resolución operativa de todos los fenómenos paradigmáticos del aprendizaje asociativo. En esta línea, algunas propuestas (Pearce, George y Redhead, 1998; Rodríguez, Lombas y Alonso, 2002), han venido a plantear modelos mixtos cuya contribución crítica de las propuestas particulares de Mackintosh y Pearce-Hall pudiera arrojar luz sobre este particular, Tal es el caso del modelo híbrido de LePelley (2004).

2.6.2. El Modelo Híbrido de LePelley, 2004.

Le Pelley (2004), describió una implementación avanzada de las propuestas iniciales sobre modelos híbridos anteriormente descritas. Esta línea de desarrollo explicativo propuso la consideración de cómo las diferencias observadas entre las teorías asociativas de Mackintosh y Pearce-Hall podían expresar, en realidad, aspectos o características distintas de una misma señal, en lugar de ser constituir descripciones rivales de una misma propiedad.

En este sentido, como punto de partida en la descripción de este tipo de modelos, la teoría de Mackintosh expresaría, en cierto modo, un componente *atencional* en el aprendizaje asociativo, dado que lo relevante es la consideración del peso asociativo que debería corresponder a un estímulo en el proceso de aprendizaje, en comparación con otros estímulos competitivos potenciales. Por su parte, Pearce-Hall defienden el papel de la tasa con la cual un estímulo será aprendido en relación con su historia de exposición previa, algo que ocurriría independientemente de su “peso atencional”. Con ello, el modelo de Pearce-Hall introduce el término de *saliencia asociativa*. Podría plantearse, entonces, que Mackintosh expresa cómo un animal es capaz de seleccionar los estímulos sobre los que aprender algo y Pearce-Hall complementarían indicando cuánto podría aprender ése mismo animal a partir de esos estímulos.

Con objeto de incorporar una formulación plausible de la correspondencia contributiva de ambas ideas, LePelley (2004) incorporó un factor multiplicativo en el modelo de aprendizaje asociativo, compuesto por el valor de la asociabilidad atencional, α , por un lado, y la saliencia atencional, σ . De este modo, al introducir el factor de saliencia atencional en las ecuaciones del cambio en la relación asociativa descrito por el modelo ampliado de Mackintosh, cuyo algoritmo ha sido ya descrito con anterioridad, obtenemos:

Si R es positivo (ensayo con aprendizaje de tipo excitatorio), la fuerza de la relación EC-EI se incrementará de acuerdo con la ecuación:

$$\Delta V_A = \alpha_A \sigma_A \beta_E \cdot (-V_A + \bar{V}_A) |R|$$

Si R es negativo (el ensayo soporta aprendizaje de tipo inhibitorio), la fuerza de la relación EC-no-EI se incrementa en función de:

$$\Delta \bar{V}_A = \alpha_A \sigma_A \beta_I \cdot (-\bar{V}_A + V_A) |R|$$

En las ecuaciones anteriores, α representa la “asociabilidad atencional” del modelo de Mackintosh y el parámetro σ representa la “saliencia asociativa” en el modelo Pearce-Hall; los valores β_E y β_I son los parámetros excitatorio e inhibitorio de tasa de aprendizaje.

En este modelo híbrido de aprendizaje asociativo la saliencia asociativa opera en un espectro menor que la asociatividad atencional. Así, mientras que α se establece en valores situados entre 1 y 0.05, el parámetro σ lo hace entre 1 y 0,5, lo que conlleva una mayor consideración de la importancia de la asociabilidad atencional sobre la asociabilidad debida a la saliencia de estímulo. Ello proporciona base suficiente de consideración sobre el hecho descrito por Mackintosh de que los estímulos altamente predictivos mantienen una alta asociabilidad atencional, mientras que en el modelo de Pearce-Hall, los estímulos que mantienen una alta asociabilidad debida a la saliencia siempre que los eventos que les siguen sean más sorprendentes (y, por tanto, serían más imprecisos en la predicción del resultado). El modelo de LePelley (2004) establece, con ello, que dadas las constricciones propias de α y σ , un estímulo que sea buen predictor de un resultado (bajo valor de α de Mackintosh y alto valor de σ expresado en términos de Pearce-Hall), soportará un proceso de aprendizaje más lento en tanto en cuanto exista un estímulo que sea buen predictor del resultado (alto valor de Mackintosh α y bajo valor de Pearce-Hall σ) que pueda condicionar el aprendizaje de manera más rápida. Desde un punto de vista atencional, este hecho incorporaría la idea de que el sujeto prestaría mayores recursos atencionales sobre aquellas señales que sean más prescriptivas del resultado. Sin embargo, aquellos estímulos desatendidos recibirían mucho menor procesamiento independientemente de su capacidad predictiva, mientras que un estímulo sobre el que se presta atención tendrá mayor peso en el mecanismo de aprendizaje, a pesar de que sus predicciones puedan ser sorprendentes.

Una asunción final del modelo expuesto establece que los valores iniciales de α y σ para un estímulo nuevo deben estar próximos a su valor máximo (alrededor de 0,9 en los ensayos experimentales de LePelley, 2004). Como resultado, las señales tienen un amplio potencial para sufrir decrementos en su capacidad para activar el proceso de aprendizaje, en relación al momento inicial y un potencial muy pequeño para incrementar tal propiedad. De este modo, los estímulos novedosos presentados inicialmente tendrían una alta capacidad para enlazar con procesos condicionados de aprendizaje, capacidad que disminuiría, generalmente, a lo largo del tiempo. Su asociabilidad atencional decaería, por tanto, a partir del valor inicial, como resultado de la experiencia con esos estímulos.

2.6.3. Fenómenos de condicionamiento en el modelo híbrido.

En definitiva, el modelo híbrido de LePelley (2004) parece ofrecer una explicación plausible de la mayoría de los efectos de procesamiento descritos y limitados en las propuestas anteriores, en los siguientes términos.

- a. Asociabilidad atencional, α (cf. Mackintosh, 1975). Desde un punto de vista del análisis del procesamiento del EC, es posible la explicación de la *irrelevancia aprendida*, el concepto de “*rebloqueo*” (Mackintosh y Turner, 1971), el efecto de *inversión en el sobreaprendizaje*, la *ventaja competitiva de los factores intradimensionales*, etc.
- b. Saliencia asociativa, σ (Pearce-Hall, 1980). La consideración del procesamiento del EC permite explicar el fenómeno de *inhibición latente*, la *transferencia negativa* de Pearce-Hall, y un aprendizaje mejorado, bajo ciertas condiciones, cuando un estímulo es peor predictor de los futuros eventos (Wilson et al., 1992)
- c. Error término separable ($1 - V_A + \bar{V}_A$ y $1 - \bar{V}_A + V_A$) (Bush y Mosteller, 1951). El análisis del procesamiento del EI permite explicar el mayor cambio en la relación asociativa experimentado por los predictores pobres de resultado, tal y como hallaron Rescorla (2000, 2001 y 2002).
- d. Término de error sumativo, $|R|$ (Rescorla Wagner, 1972). El procesamiento del EI permite explicar el fenómeno de inhibición condicionada, sobreexpectación, supercondicionamiento y condicionamiento supernormal.

2.6.4. Efecto de competición de señales.

Un problema importante a la hora de considerar el efecto separado de las señales que intervienen en procesos reforzamiento combinado ha sido determinado por los diseños experimentales que emplean paradigmas de bloqueo (Kamin, 1969), en los cuales, dos señales parecen competir una con la otra en relación al patrón de distribución del cambio asociativo.

Por otro lado, quizá la característica distintiva más sobresaliente en la teoría descrita por Mackintosh (1975) respecto a propuestas anteriores es que se describe la competición entre señales en términos de asociabilidad aprendida en lugar de emplear en la explicación del cambio la independencia de los errores debidos al cambio asociativo para cada señal presente en un ensayo

2.7. El modelo SOP, de procedimientos operativos convencionales de Wagner (1981).

2.7.1. El contexto como condicionador de la fuerza asociativa.

Junto con la posibilidad descrita anteriormente para el modelo de Pearce-Hall de explicar el fenómeno de inhibición latente, otros modelos de condicionamiento basados en el procesamiento del estímulo condicionado también denominados *modelos de tiempo real* (Vogel., et al., 2006) vinieron a dar una respuesta funcional y operativa a la situación. Hasta el momento de su aparición, la investigación sobre aprendizaje asociativo había considerado de manera unitaria el fenómeno de adquisición y cambio de la fuerza asociativa entre dos estímulos, de manera que la relación, en cada ensayo, entre EI y EC, se venía a representar en términos discretos, cuyo carácter dicotómico se podría leer en términos de presencia o ausencia de cambio en dicha fuerza. Sin embargo, algunos estudios ya habían dado cuenta de cómo la disposición intertemporal de los estímulos condicionados e incondicionados provocaba cambios en la capacidad de aprendizaje de los sujetos (Gallistel & Gibbon, 2000), induciendo con ello la necesidad de analizar el proceso intra-ensayo y su repercusión en la representación del sujeto. Así por ejemplo, era conocida la función del *intervalo entre estímulos* (M. C. Smith, Coleman, & Gormezano, 1969) que representaba gráficamente el hecho de la existencia de un intervalo medio entre estímulos que favorece de manera óptima el condicionamiento.

2.7.2. Modelo de la derivada del tiempo.

En 1981, Richard S. Sutton y Andrew Barto Sutton (Sutton & Barto, 1981) propusieron un modelo de condicionamiento clásico denominado modelo de la diferencia temporal, originalmente desarrollado como una modelización de tipo neuronal para su aplicación en redes adaptativas. Con posterioridad, el modelo fue aplicado en el marco del aprendizaje animal (Sutton & Barto, 1990). Su planteamiento general partía de la idea de que el reforzamiento en el condicionamiento clásico es la derivada a lo largo del tiempo del compuesto asociativo entre el EI y el EC, de manera que posibilita la realización de predicciones sobre el efecto de las relaciones temporales intra-ensayos sobre el aprendizaje. Además, permitía la explicación de los mismos fenómenos que el modelo R-W y, adicionalmente, superaba la limitación existente respecto al *condicionamiento de segundo orden*. En este procedimiento, un EC, A, es

emparejado con un EI y, en ese momento, otro EC, B, es emparejado con A. Bajo estas condiciones, B puede adquirir una asociación positiva significativa con el EI (Rescorla & Gillan, 1980), algo que aparentemente ocurre en contra de la predicción del propio modelo de Rescorla-Wagner. A lo largo de todos los ensayos en los cuales B está presente, el EI no tiene lugar y, por tanto, el valor asintótico de su fuerza asociativa, λ , es 0, con lo que el valor del término error, $(\lambda - V)$ es negativo o nulo. Con ello, el modelo R-W predeciría que no es posible incrementar la fuerza asociativa de un EC secundario mediante un procedimiento de este tipo.

La clave en la búsqueda de un resultado adecuado para esta situación se presentaba si consideramos que el EC presentado en la fase de entrenamiento previo, el estímulo A, es capaz de generar un valor positivo de λ , esto es, puede incidir también en la modificabilidad del término de reforzamiento de la unidad adaptativa. En particular, el modelo asume que el valor de λ es proporcional a la fuerza asociativa de A. De este modo la predicción del modelo R-W quedaría corregida.

La teoría de reforzamiento en tiempo real recoge esta idea, considerando, además, que λ varía entre los propios ensayos del procedimiento. La idea central de las teorías de la derivada temporal es, por tanto, que los cambios en el nivel del EI determinan la capacidad de reforzamiento, en lugar de considerar que el reforzamiento está determinado por el nivel inicial y estable del EI.

La propuesta fundamental de estos modelos establece como idea principal la posibilidad de modificación de la representación interna del estímulo a lo largo del tiempo, algo conocido como *huella* o *traza* (Figura 9). Ya anteriormente Hull (Hull, 1943) había indicado que la máxima efectividad en el condicionamiento se producía cuando se hacía coincidir la presentación del EI con la máxima fuerza asociativa –máxima representación- del EC. A diferencia de los modelos de ensayo discreto, estos planteamientos establecen que la capacidad de activación de los estímulos presentes en una situación sigue una función continua en lugar de discreta, función que representa gráficamente la huella del estímulo a lo largo del tiempo y que se correspondería con la representación que el sujeto va construyendo sobre la asociatividad interestimular, algo que por tanto no tiene por qué coincidir con la representación física directa de los estímulos en el ensayo (puede iniciarse, por ejemplo, tras la presentación del EC y continuar, incluso, tras la desaparición del EI).

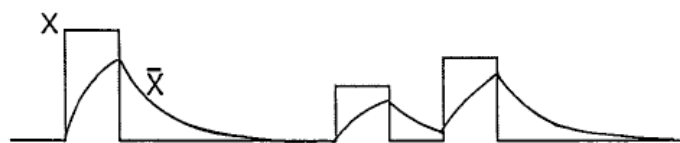


Figura 9. Traza de elegibilidad representando la dilatación representacional interna tras la presentación del estímulo condicionado (Sutton & Barto, 1990)

El modelo de Sutton y Barto, o modelo *SB*, establece dos tipos de huella. Diferencia la huella de estimulación, relacionada con la presencia o ausencia física del EC, y definida como $x_i(t)=1$ para el valor presente ó $x_i(t)=0$ para el valor ausente, de la llamada huella de elegibilidad, $e_i(t)$, relacionada con la representación interna generada por la presentación del estímulo y cuya señal de activación es variable, en función del grado de fuerza asociativa que el EC tendrá a lo largo del tiempo (incluso cuando éste haya desaparecido físicamente del escenario de presentación).

Respecto a la regla de aprendizaje, el modelo de *SB* establece que éste existirá (producirá cambios sobre la unidad adaptativa de la red) en función del grado de discrepancia entre la actividad actual de la unidad adaptativa y la actividad mostrada en $t-1$, obteniéndose a través de la derivada en el tiempo de la función de reforzamiento, según la ecuación:

$$\Delta V_i = \alpha \left[\left(\sum x_{i(t)} v_{i(t)} + z_{(t)} \lambda_{(t)} \right) - \left(\sum x_{i(t-1)} v_{i(t-1)} + z_{(t-1)} \lambda_{(t-1)} \right) \right] e_{i(t)}$$

siendo z el valor de asociatividad del EI, λ su nivel asintótico y v el valor de la conexión asociativa del EC.

Pese a que el modelo *BM* predice con acierto fenómenos que quedaban opacos en la formulación de Rescorla, sin embargo, también contiene espacios inciertos a la explicación. Así por ejemplo, establece que la duración de presentación del EC no influye en el nivel de aprendizaje, al ser la traza de elegibilidad independiente de la representación directa del estímulo, lo cual no es cierto a nivel conductual, pues la fuerza asociativa tiende a disminuir una vez que se supera el umbral máximo –techo- de aprendizaje.

2.7.3. El análisis del procesamiento temporal en el modelo *SOP*

El modelo *SOP* (*standard operating procedures*) presentado por Wagner en 1981 (Brandon, Vogel, & Wagner, 2003; A.R. Wagner, 1981) establecía como argumento facilitador del proceso de inhibición latente el papel del contexto en el que se producía el proceso de condicionamiento. Así, en la fase previa de condicionamiento, no sólo se produciría una asociación entre el EC y el EI de baja intensidad, sino que, además, se producía un condicionamiento de carácter secundario respecto al entorno de actuación, de tal manera que, en la segunda fase, al presentarse al sujeto el EI de alta intensidad, el contexto jugaría un cierto papel inhibitor del proceso de condicionamiento, modificando el curso normal y predictivo de la asociación. Este efecto también ha sido tratado como *efecto de primacía* en la investigación. Wagner (1981) hipotetizó que la representación interna del EI podría activarse antes de su presentación física por efecto de un EC bien entrenado –un modo de *preprocesamiento* del EI-, lo que podría provocar la inhibición observada en la tasa de respuesta tras la presentación del EI.

Una cuestión añadida en el estudio del modelo SOP es que, dada la determinación contextual en la aparición de la inhibición latente, al establecerse conexiones asociativas entre el contexto y el EC, aparentemente las modificaciones en el primero producirían un incremento en la capacidad de sorpresa del EC, renovando así su potencial condicionador respecto a la aparición del resultado. Diversos estudios experimentales han constatado tal hecho (Channell & Hall, 1983; Hall & Minor, 1984; Lovibond, Preston, & Mackintosh, 1984; Rosas & Bouton, 1997). En definitiva, este modelo daba cuenta de la *sensibilidad temporal* con la que ocurren fenómenos de pérdida de efectividad ante la presentación de un EI esperado, algo que no hacía el modelo RW.

Sin embargo, por otra parte, el modelo originalmente descrito por Wagner (1981) no pareció capaz de explicar el modo en que la experiencia de las relaciones entre estímulos y resultados afecta al procesamiento subsiguiente de esos estímulos (Hall, 1991), algo que sí conseguía con mayor efectividad el modelo descrito por Pearce-Hall. No obstante, una variación conceptual en el modo en que se asumen la forma en que las personas se representan una situación estimular dada, facilitó este camino explicativo, al menos, en cuanto a la posibilidad de dar cuenta de algunos efectos como la habituación, la disminución condicionada de la respuesta incondicionada o el bloqueo (Brandon, et al., 2003). Básicamente, consistía en la consideración de un modelo componencial de *representación* en lugar de un modelo *unitario*. Particularmente, en lo relativo a esta tesis, ello significaría la posibilidad de que varios estímulos pudieran generar más de una representación de la situación estimular.

La dinámica de operación del modelo SOP ha sufrido modificaciones a lo largo del tiempo. Si bien se volverá a hablar de ello en el capítulo próximo, en relación al juicio causal humana, expondremos a continuación sus líneas fundamentales correspondientes al diseño de 2003 (Brandon, et al., 2003). Según se muestra en la Figura 10, el modelo asume que cada estímulo está representado por dos unidades de procesamiento, primaria, A1, y secundaria, A2, formadas ambas por un amplio número aunque finito de elementos. Cuando se presenta un estímulo, se activan los elementos de la unidad A1 de acuerdo con una probabilidad p_1 , tras la que se activan los elementos de la unidad secundaria, A2, con una probabilidad pd_1 ; de manera simultánea, los elementos que constituyen A2 y que han sido activados por este proceso inicial refuerzan la inhibición de los elementos no activados de A1, al menos en tanto en cuanto no decaiga el nivel de activación de A2 (modificaciones en el parámetro pd_1).

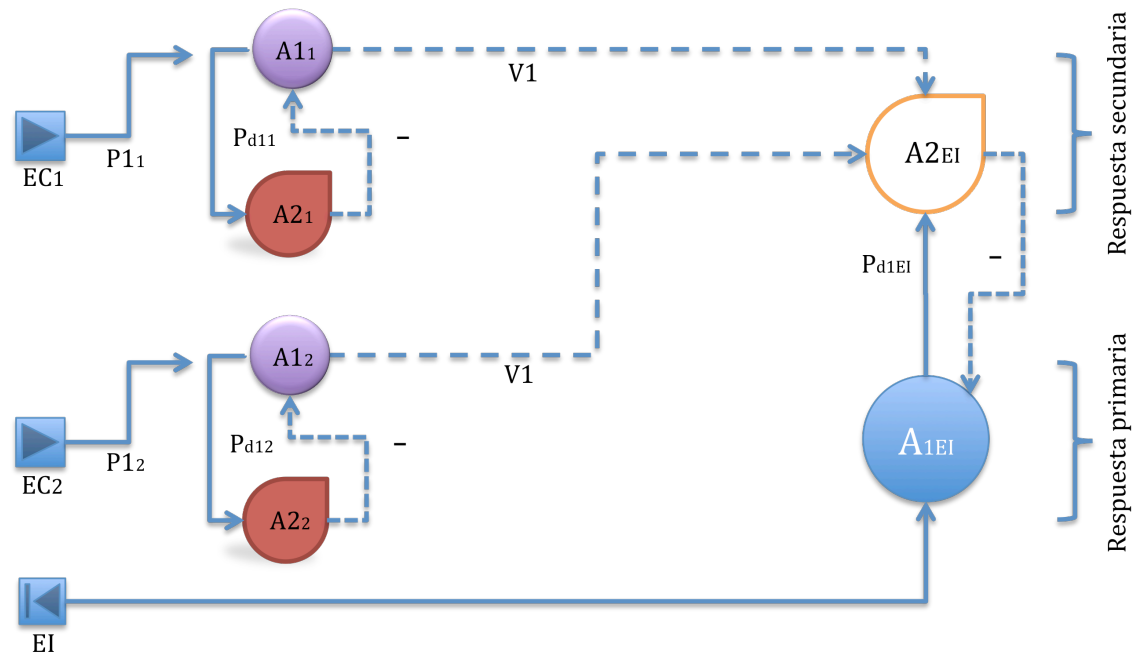


Figura 10. Esquema funcional del modelo SOP (Brandon, et al., 2003); Al presentarse los Eci, estímulos condicionados, con probabilidad $P1i$, activan parcialmente los elementos de las unidades primarias, A1; éstas, a su vez, activarían los elementos de la representación secundaria, según $pd1i$; de este modo, se generan vínculos asociativos, $v1$ y $v2$ concurrentes sobre la unidad secundaria –representación interna- de la unidad adaptativa; sobre ésta actúa también el EI, estímulo incondicionado, elemento que activa la representación primaria –directa- de la unidad adaptativa. Por último las dos unidades de procesamiento del EI interactúan en función de la probabilidad $pd1EI$, produciéndose dos niveles de respuesta, primario y secundario.

El marcador más significativo de este patrón funcional establece que en la activación de un estímulo se generan dos tipos de huella, primaria y secundaria y que su valor respectivo de activación depende de la probabilidad de activación de los elementos que componen cada unidad de procesamiento. El modelo SOP asume, además, que la respuesta incondicionada es bifásica, cuyo primer componente es una función del nivel de actividad de A1 y el segundo de A2. De manera característica, el EC desarrolla su capacidad para provocar respuesta por intermedio de la fuerza de su asociación.

2.7.4. Modelos configurales o componenciales.

La plausibilidad biológica de la representación del aprendizaje ha hecho necesario, particularmente, en los últimos años, avanzar en otros caminos de mayor complejidad computacional que permitan dar cuenta de su explicación de la manera más ajustada a la realidad observada en humanos y otras especies animales Desmond (Desmond & Moore, 1988; Groosberg & Schmajuk, 1989; I. P. McLaren & Mackintosh, 2002; I. P. L. McLaren & Mackintosh, 2000; Vogel, Brandon, & Wagner, 2003). Si bien su descripción no se considera objetivo de esta tesis, sí se pretende señalar algunas características sobresalientes derivadas de la investigación en el ámbito

conexionista y computacional que sugieren hechos interesantes, a su vez, en la aplicación conductual.

En conjunto, los modelos configurales plantean una representación del EC de mayor complejidad, conocida como representación *molecular* o *componencial*, lo cual supone que la formación de la huella surge a partir de la actividad de un conjunto amplio de elementos que se activan en distintos estadios a lo largo del tiempo de presentación del estímulo y que tienen, a su vez, sus propias vías de conexión con el EI. De este modo, esta idea supone que son los componentes del EC y no éste en su totalidad los que establecen potencialmente relaciones con el EI, a diferencia de los modelos descritos con anterioridad. Este hecho, además, determinará la fuerza asociativa de la RC.

2.8. TEORÍA DE LA INFORMACIÓN Y APRENDIZAJE.

2.8.1. La aportación de la Teoría de la Información al reconocimiento de las variables críticas en la determinación de los procesos de condicionamiento. Modelos explicativos del proceso de condicionamiento.

En 1948, Shannon (1948) planteó que la información que ofrece un evento viene determinada por la reducción de la incertidumbre en el sujeto.

Como ya se ha expuesto a lo largo del presente capítulo, los trabajos que surgieron fundamentalmente a partir de la aparición del modelo de Rescorla-Wagner, pusieron de manifiesto el hecho singular de la contingencia como agente provocador esencial del aprendizaje, cuestionando el hecho clásico, considerado hasta entonces, de que la contigüidad podía ser necesaria y suficiente para su facilitación.

A lo ya dicho, sin embargo, conviene –a efectos de la facilitación de la comprensión general sobre decisión compleja- añadir algunos argumentos fundamentales. En primer lugar, el concepto de contingencia emerge en un nivel de abstracción mayor que el de contigüidad que, a su vez, está referido a los *eventos* particulares del mundo (Gallistel, 2002, 2003). Con ello, podría decirse que la contingencia, en un proceso de condicionamiento, respecto al EI depende del grado de información que aporta el EC acerca de la temporalidad con que aquel se hace presente.

La medida de referencia en la estimación de la información contenida en un EC es algún tipo de estimación previa sobre la frecuencia de aparición de los EI, por lo que en realidad, es difícil considerarla sin atender al conocimiento previo –subjetivo- del participante. En el contexto de la Teoría de la Información, esta información es referida, a su vez, a la diferencia en la incertidumbre respecto a

la aparición del próximo resultado, en términos de la representación de su temporalidad, y cómo ésta se modifica, reduciendo el nivel de incertidumbre sobre los momentos en los que el EI debería aparecer. De este modo, es posible establecer un continuo de conocimiento (en algún punto del cual se sitúa el sujeto respecto al transcurso del tiempo) entre dos extremos, uno que incluye el conocimiento que el sujeto ha recogido sobre la frecuencia de aparición del EI a través de su experiencia pasada, y otro, respecto al momento exacto de aparición del EI (valor de certeza).

En realidad, existirían dos niveles de conocimiento bien diferenciados. Por un lado, el conocimiento sobre la frecuencia de aparición de un resultado, es decir, el número de veces que ocurre por unidad de tiempo; por otro, el conocimiento sobre el momento exacto en el que el EI se va a presentar, a lo largo del continuo temporal del procedimiento.

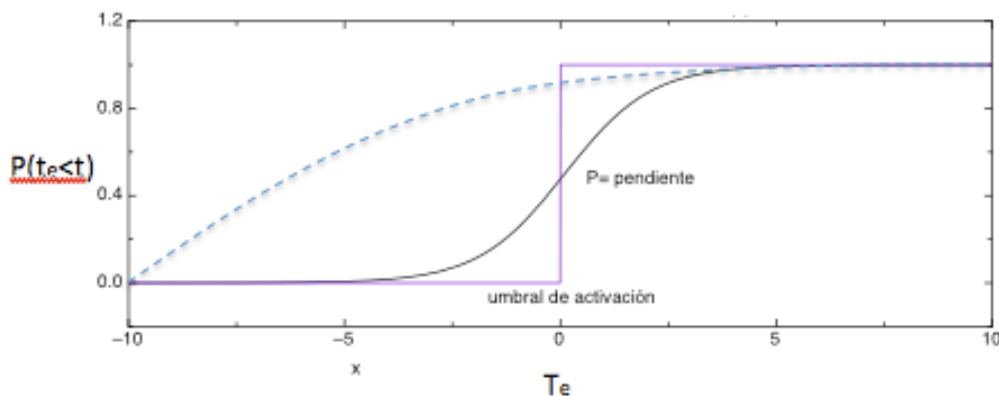


Figura 11. Representación de los límites de incertidumbre posibles sobre la temporalidad del EI. La máxima incertidumbre se representa por la curva discontinua y supone la ausencia total de conocimiento del sujeto a lo largo de todo el procedimiento. En el extremo opuesto, la curva escalón representa una situación en la que el sujeto conoce exactamente el momento de aparición del resultado. Entre ambas situaciones, la curva sigmoidea representa un proceso progresivo de expectativa sobre la aparición del resultado, a medida que el conocimiento sobre la temporalidad de los EI aumenta, reduciendo el margen de incertidumbre informativa. En este caso, la situación se expresa a través de la gráfica de la distribución normal acumulada (Gallistel, 2002). T_e = expectativa sobre el próximo evento.

La Figura 11 muestra tres patrones de interacción subjetivos, en función del grado de incertidumbre generado por el diseño de contingencia. La máxima incertidumbre se produciría en una situación ideal en la que el sujeto conoce el número de EI que han sido presentados en cada momento y el tiempo exacto de duración del intervalo, pero no el momento temporal en el que se produce la ocurrencia del resultado. Con ello, la incertidumbre es equivalente para cada ensayo ($p=0,5$). Por tanto, la probabilidad acumulada en un programa de tasa aleatoria supone que la probabilidad de que el EI tenga lugar se aproxima a 1 de manera exponencial, ya que, a medida que transcurre el tiempo –eje de abscisas– la probabilidad de que el tiempo de ocurrencia de un evento futuro, t_e

sea menor que el tiempo transcurrido, t , aumenta. Nótese que en un proceso aleatorio, la expectativa de intervalo, T_e es, para cada momento, equivalente, algo que resulta contraintuitivo, pues las personas tienden a creer que cuanto más tiempo pasa desde la última presentación, mayor es la probabilidad de aparición del nuevo resultado (ver capítulo 1, *procesamiento heurístico*).

Lo que la situación anterior permite destacar es que las personas y los animales generan representaciones continuas de información frente a la presentación discreta de ensayos, dispuesta a lo largo de un proceso convencional de ensayos. En términos informacionales, esto supone que en los procesos de carácter aleatorio, el sujeto inicia la recogida de información desde el mismo momento en que inicia la observación, independientemente de la presentación del EI y que, cuando llega ésta, es capaz de realizar estimaciones incipientes acerca del valor promedio de la temporalidad con que se va a presentar el siguiente, generando un modelo funcional de expectativa temporal a lo largo del siguiente intervalo. Tal y como Robert Gallistel ha expresado, “el observador/sujeto recoge información incluso cuando no está sucediendo nada, simplemente por el mero hecho de estar observando” (Gallistel, 2002). De este modo, se da la circunstancia de que las probabilidades “hacia delante” en procesos aleatorios son equivalentes, a la hora de considerar las expectativas del sujeto frente a la duración temporal del intervalo (p.ej., un intervalo de 1s frente a uno de 1 hora, en el momento inicial de focalización atencional) y, sin embargo, las probabilidades “hacia atrás” no lo son, esto es, las probabilidades a posteriori, transcurrida ésa hora de observación, de que el promedio de resultado sea, en cualquier momento, de 1 segundo, es menor que las probabilidades de que sea de 1 hora; sin embargo, en ése momento, se vuelve a dar la equiprobabilidad futura frente a los promedios estimados mayores de una hora. En definitiva, el observador obtiene información sobre la tasa base promedio, incluso, cuando no está ocurriendo nada en el escenario de decisión, de tal modo que éste reduce la incertidumbre sobre el valor de la frecuencia de ocurrencia probable de un suceso. En términos gráficos, podría representarse en términos de una curva que expresase el umbral inferior de su incertidumbre actual sobre la temporalidad promedio de los intervalos, asumiendo que la tasa base no será mayor que $1/t_0$, siendo t_0 el intervalo de observación. La ocurrencia de los EI subsiguientes tenderá a reducir la incertidumbre sobre la temporalidad del intervalo de presentación. El extremo opuesto a esta situación viene dada por la gráfica escalonada, en la que el sujeto conoce de antemano el intervalo esperado a partir de la presentación del EC en el que debería aparecer el EI.

2.8.2. Bloqueo y procesamiento de información

Los planteamientos de la Teoría de la información derivados de las propuestas iniciales de Shanon (1948) aplicados al efecto de bloqueo descrito por Kamin a finales de los años 60 del siglo XX permitirían ofrecer una descripción del fenómeno argumentando que el EC presentado en el segundo lugar no resulta efectivo si no aporta información adicional alguna, es decir, si no contribuye a reducir la incertidumbre respecto a la probabilidad de aparición del EI.

En realidad, la explicación del procesamiento de información respalda la tesis esencial de que el aprendizaje está fundamentado preferentemente en la percepción de la contingencia, esto es, no importa si el EC viene emparejado o no con el EI; lo realmente relevante es la información que el propio EC dispone acerca de la temporalidad de ocurrencia a lo largo del condicionamiento. Cualquier elemento que contribuya a aportar valor (información) sobre el modelo contingente asociado a un programa de condicionamiento, tendrá una eficacia contributiva en el aprendizaje. De lo contrario, será conductualmente ignorado por el sujeto en acción. Kamin (Kamin, 1969a) refería, en este sentido, cómo el EC no llegaba a condicionar el EI si el sujeto no quedaba, de alguna manera, “sorprendido” por la aparición del EI, a pesar de que no llegó a utilizar el planteamiento explicativo de Shannon. Con ello, no alcanzó a ofrecer un sistema de cuantificación del término “sorpresa” al que hizo, en su momento, referencia.

2.8.3. Ensombrecimiento y procesamiento de la información.

Con objeto de poder ofrecer una explicación del proceso de ensombrecimiento, la teoría de la información sostiene la idea de que la información relevante respecto al intervalo temporal previo a la presencia del EI es ofrecida por uno u otro estímulo condicionado, pero no por los dos a la vez, dado que ambos contienen exactamente la misma información (las condiciones de emparejamiento temporal con el EI son las mismas). Por tanto, cuando un sujeto elige un EC como referente, el otro queda desprovisto de la posibilidad de vehicular ningún tipo de información adicional, por lo que es desconsiderado respecto a la respuesta condicionada.

Otro procedimiento relacionado con el anterior es el caso en el que la misma información es proporcionada por partida doble, por un lado, un EC se presenta de manera aislada, por otro, se presenta una combinación de estímulos condicionados. El sujeto, bajo esta condición, aproxima su respuesta al primero, el estímulo aislado que, por sí mismo, contiene toda la información (Wagner et al., 1968). De este modo, la respuesta se condicionaría al estímulo que contiene el mínimo número de claves significativas que contienen toda la información sobre la presencia temporal del EI.

En conclusión, la visión ofrecida del aprendizaje asociativo a partir del análisis computacional de la contingencia induce una idea que es necesario considerar a futuro, en términos no sólo de lo expuesto a nivel experimental en la presente tesis, sino también de las características generales de la experimentación psicológica sobre decisión. La mayoría de las investigaciones basan sus diseños sobre contingencia y aprendizaje en la presentación de sucesivos ensayos discretos, sometiendo a prueba variables que incluyen el manejo de la *probabilidad condicional* de los ensayos. Sin embargo, la realidad expresada en términos de la representación biológica sobre la actividad en el entorno a menudo supone un reto que va más allá, y se particulariza en la falta, con frecuencia, de límites normativos a lo que podría considerarse un ensayo en la

vida real. En otras palabras, al no poder definirse los ensayos, no es posible realizar análisis basados en frecuencias condicionales. Con ello, las personas y los animales, como sistemas computacionales de carácter biológico, se representan variables en términos de función continua, donde la frecuencia contingente se analiza a partir de la integración de la *función de densidad de probabilidad*, a lo largo del continuo temporal de observación. Este hecho, convierte en un desafío la relevancia de considerar, desde el punto de vista experimental, la formalización de procesos de aprendizaje en humanos y animales a partir de procesos de carácter discreto.

CAPÍTULO 3. APRENDIZAJE PREDICTIVO Y CAUSAL HUMANO.

“La idea de una substancia, lo mismo que la de un modo, no es más que una colección de ideas simples que están unidas por la imaginación y poseen un nombre particular asignado a ellas, por el que somos capaces de recordar para nosotros mismos o los otros esta colección; pero la diferencia entre estas ideas consiste en que las cualidades particulares que forman una substancia se refieren corrientemente a un algo desconocido, al que se supone son inherentes, o, concediendo que esta ficción no tiene lugar, se supone al menos que se hallan enlazadas estrecha e inseparablemente por las relaciones de contigüidad y causalidad. El efecto de esto es que siempre que descubrimos que una nueva cualidad simple tiene la misma conexión con las restantes, la comprendemos inmediatamente entre ellas, aunque no esté dentro de la primera concepción de substancia. Así, nuestra idea de oro puede, al principio, ser un color amarillo, peso, maleabilidad, fusibilidad; pero después de descubrir su solubilidad en el agua regia podemos unir esta cualidad a las otras y suponer que pertenece tanto a la substancia como si su idea desde un comienzo hubiera sido una parte o componente de ella.”

(Hume, 2001)

3.1. Introducción.

En 1740 David Hume escribió sobre la esencia natural del conocimiento humano, asignando a la razón un papel secundario respecto a la capacidad del ser humano para comprender la naturaleza de los acontecimientos del mundo, factor que fundamentalmente venía determinado por la estructura asociativa de las ideas. Éstas, en función de su complejidad, se configuraban a partir de la experiencia del sujeto en su entorno, de tal manera que la co-ocurrencia de dos acontecimientos, reiterada a lo largo de situaciones similares, provocaría la recuperación de escenarios de asociación automática, almacenados en el recuerdo del individuo. Para Hume, el establecimiento de inferencias sobre la ocurrencia de los acontecimientos sólo puede realizarse a través de la

experiencia, atendiendo al “orden regular de contigüidad y sucesión con respecto a ellos” (ib. Pág 79). A partir de la capacidad de inferir posibles relaciones entre los eventos, las personas asignan roles de causalidad de acuerdo con la experiencia vivida de causa o efecto.

Hume murió el 25 de agosto de 1776. De entre su legado histórico cabe destacar la influencia que su pensamiento filosófico relativo a este tipo de relaciones de causalidad tuvo en el pensamiento de Immanuel Kant (1724-1804). Kant, retomando las ideas originales de Hume, fue un paso más allá, y consideró que la causalidad no es tan sólo una idea empleada para otorgar significado a nuestras percepciones sino que se trata de un concepto que surge de un nivel de consideración distinto, de naturaleza superior, cuya origen no reside en el papel otorgado en exclusividad a la experiencia sino que forma parte del entramado mental preexistente en el sujeto, al igual que otros conceptos fundamentales como los de *tiempo* o *espacio*. De este modo, se diferenciaban los planos mentales de *representación* y *comprensión* del mundo, respecto al plano de la *realidad*. Tal es así, que en el prólogo de la edición de su libro *Crítica de la Razón Pura* (Kant, 1781) escribía:

“La razón humana tiene, en una especie de sus conocimientos, el destino particular de verse acosada por cuestiones que no puede apartar, pues le son propuestas por la naturaleza de la razón misma, pero a las que tampoco puede contestar, porque superan las facultades de la razón humana.”

La razón, por tanto, se postula en el marco de la reflexión *kantiana* como una herramienta al servicio del conocimiento del mundo “que no quiere dejarse encerrar por la experiencia, porque se refiere a un conocimiento del cual todo conocimiento empírico es sólo una parte (acaso el todo de la experiencia posible o de su síntesis empírica) y si bien ninguna experiencia real alcanza nunca a aquel conocimiento, sin embargo siempre pertenece a él” (pág 155).

Su visión del mundo aportó sin duda, un importante marco de referencia para la configuración del pensamiento social y moral de los siglos posteriores. En particular, el contraste de los planteamientos asociacionistas de Hume, por un lado, y racionales de Kant, por otro, establecieron un entorno dialéctico de reflexión sobre la esencia del pensamiento humano y, *por ende*, sobre el pensamiento causal humano, cuyo recorrido nos ha llevado hasta nuestro tiempo. De manera singular, como expondremos a continuación, el discurso más reciente, acontecido en las últimas tres décadas, hace obligada la referencia inicial a estos dos autores en el inicio de este capítulo, personas avanzadas a su tiempo que, sin duda, supieron entrever, con la justa capacidad de reconocimiento en su entorno vital, el fundamento de la representación del mundo a través del juicio.

En el capítulo anterior se ha intentado recoger una visión general de los principios reguladores del proceso de aprendizaje asociativo. Tal y como se describió en sus apartados, los estudios realizados con animales ofrecieron una gran oportunidad al estado de conocimiento de comprender el modo en que la relación de un individuo con el medio producía, por un lado, la

modificación de su pauta conductual de comportamiento y, por otro, el probable cambio representacional en el organismo que aprende. Si bien la psicología experimental se basó, durante los años posteriores en este tipo de trabajos, podría decirse aún hoy que se trata de una disciplina relativamente joven, con apenas 150 años de desarrollo. Muchos menos son los que cubren el recorrido de la especie humana.

La investigación sobre aprendizaje en humanos se hizo esperar, particularmente en lo referente a este marco de análisis experimental, el aprendizaje asociativo y los juicios subjetivos sobre el proceso de condicionamiento. Los primeros estudios sobre aprendizaje humano asumieron un marco explicativo de carácter asociativo (McGeoch, 1952; Thorndike, 1931), cuyo principio regulador general de la conducta consideraba el papel primordial del proceso de condicionamiento. Así, los trabajos esenciales de Edward Thorndike se dirigieron a explorar comprensivamente la forma en que se fortalecían las conexiones entre estímulos y respuestas, para lo cual consideraba que el aprendizaje podía ocurrir de manera implícita o inconsciente, esto es, ajeno a la capacidad consciente del individuo, hecho singular por el cual ha sido reconocido en el campo de la psicología como pionero en la investigación sobre *aprendizaje implícito*. Thorndike consideraba que las recompensas y los castigos podían influir en el aprendizaje incluso cuando el individuo permanecía ajeno a la consideración de que tal aprendizaje podía tener lugar.

Durante las décadas de los años 60 a 80, la influencia del pensamiento proveniente de las ciencias cognitivas permitió la ampliación de esta visión a otros aspectos complementarios tales como el papel de la *organización* en el aprendizaje (Tulving, 1972). Durante este período, motivado por la fuerza que adquirió el entorno cognitivista, la fundamentación del aprendizaje humano en términos de condicionamiento *pavloviano* fue debilitándose, incorporándose ideas relacionadas con la importancia de los procesos mentales de orden superior en la regulación del mismo (Brewer, 1974). Al finalizar la década de los 70, la investigación sobre aprendizaje humano se caracterizaba ya por incluir estas concepciones más amplias, de tal manera que se dio cabida a al desafío que suponían los procesos *inferenciales* en el marco de las teorías asociativas. Pese a los conocimientos adquiridos sobre aprendizaje humano, a partir fundamentalmente de los avances producidos por las teorías asociativas del aprendizaje animal (ver *capítulo 2* de esta tesis para una ampliación), el impacto sobre la investigación humana fue muy relativo. Tal es el caso que, como simple muestra, la línea editorial se dividió entre animales y humanos.

3.2. Efectos de bloqueo en la explicación causal.

Tal vez, un punto de inflexión en este recorrido somero fuese el trabajo de Alloy y Abramson (L. B. Alloy & Abramson, 1979) sobre las variaciones en la percepción representacional de la contingencia en sujetos con cuadro depresivo. Si bien volveremos a recordarlo en la fase de investigación experimental de la tesis, diremos aquí que en su investigación encontraron un

patrón diferencial de conducta entre el grupo normativo y el grupo depresivo, de modo que éste último parecía no verse afectado por los sesgos cognitivos – de juicio- que sí se presentaban en el primero. Para sus investigaciones se apoyaron en la teoría de aprendizaje animal, bajo el supuesto de la existencia de procesos comunes entre las diferentes especies animales que subyacen al aprendizaje de la contingencia. Al mismo tiempo, sus conclusiones llevaron a considerar la existencia de algún tipo de nivel complementario de procesamiento que diese lugar, particularmente en la especie humana, a las desviaciones observadas respecto al patrón normativo (Shanks, 2007). El objetivo principal fue observar si las predicciones sobre el aprendizaje animal se cumplían también para la conducta humana. Así, se encontró evidencia del efecto de *bloqueo*, ya descrito con anterioridad, en línea con las prescripciones tanto del modelo *Rescorla-Wagner* como del de *Pierce-Hall*.

La importancia de los estudios sobre bloqueo en humanos no vino considerada en términos de la identificación –esperada por otra parte- de una amplia evidencia experimental, a lo largo de los diferentes formatos posibles (Tabla 5), como por la idea, tal vez recuperada, de que el mero establecimiento de conexiones asociativas entre estímulos no garantizaba en términos explicativos la justificación de la conducta observada. Así, paulatinamente fueron incorporándose estudios que apostaban por una visión comprensiva del aprendizaje que incluyera aspectos cognitivos en la generación de las representaciones asociativas. Prueba de ello, por ejemplo, fueron las constataciones sobre la variación en los patrones de respuesta de los sujetos motivadas por la presentación de requerimientos instruccionales en formatos diferentes (Vadillo, Miller, & Matute, 2005), lo cual dio lugar a considerar de las personas para diferenciar los juicios causales de los predictivos. Así, mientras que los juicios causales son evaluados sobre la consideración simple de la fuerza asociativa de la causal candidata, los juicios predictivos están basados en la fuerza asociativa combinada de la causa candidata más el contexto.

Frente a la tradición explicativa que situaba la asociabilidad entre estímulos en el centro del aprendizaje, como factor esencial, las explicaciones cognitivas del bloqueo venían a argumentar alrededor del impacto que la determinación del rol causal de los estímulos podría tener en el mismo. Así, el bloqueo aparecería en un escenario de causa-efecto, en el que unos estímulos anteceden causalmente la presencia de unos resultados (Waldmann & Holyoak, 1990), introduciendo así la idea de que las asimetrías producidas en la conducta de respuesta son fruto de la direccionalidad que toma la representación de la causalidad (Waldmann & Holyoak, 1992).

Pese a la evidencia encontrada en el principio de los años 90, no todo ha sido un camino homogéneo en cuanto a los resultados obtenidos. Algunos trabajos han relatado la inmunidad con la que, bajo ciertas circunstancias, responden a veces las personas, respecto a la incorporación de mecanismos informativos causales (Cobos, 2002). En este sentido, parece comprobarse cómo la incidencia en el rol causal de la relación de estímulos, en las instrucciones de manipulación experimental, es lo que resulta en una manifestación de las asimetrías predictivas frente a las diagnósticas (López, 2005; Cobos, 2007),

dependiendo de la interpretación que realizan los sujetos sobre la situación de juicio y decisión.

Tabla 5. Diseños experimentales relacionados con el bloqueo (Shanks, 2010). A-D representan los estímulos condicionados; + indica la presentación de un resultado; ++ indica la presentación de un resultado de gran magnitud.

Condición	pre-entrenamiento	Fase 1	Fase 2	Test	Características
<i>Bloqueo</i>		B+	AB+	A	La fase 1 debilita la respuesta sobre A
<i>Control de Bloqueo</i>			AB+	A	Respuesta a A es mayor
<i>Bloqueo hacia atrás</i>		AB+	B+	A	La fase 1 reduce la respuesta sobre A
<i>Subaditividad</i>	C+/D+/CD+	B+	AB+	A	El pre-entrenamiento reduce el bloqueo (aumenta la respuesta sobre A)
<i>Aditividad</i>	C+/D+/CD++	B+	AB+	A	El pre-entrenamiento aumenta el bloqueo (reduce la respuesta sobre A)
<i>Maximización</i>	+	B+	AB+	A	El pre-entrenamiento reduce el bloqueo (aumenta la respuesta sobre A)
<i>Submaximización</i>	++	B+	AB+	A	El pre-entrenamiento aumenta el bloqueo (reduce la respuesta sobre A)

Como se indicó previamente, el trabajo inicial de Alloy y Abramson (L. B. Alloy & Abramson, 1979) fue el promotor de un impulso fundamental en la investigación, animado adicionalmente por la aportación de los *modelos conexionistas* y las teorías asociativas computacionales (Hinton & Anderson, 1989; McClelland & Rumelhart, 1981). Con todo, los años 90 iniciaron una interesante etapa en la que la investigación se encaminó hacia el análisis de los procesos cognitivos implicados en el juicio causal y predictivo, algo que no podía ser única y exclusivamente explicado en términos de un reduccionismo asociativo (Waldmann & Holyoak, 1990). Este contraste se centraba fundamentalmente en valorar si las representaciones de conocimiento influyen en el pensamiento a través de la construcción de procesos de tipo inferencial o bien se sustenta únicamente en conexiones simples entre los eventos del mundo.

3.3. Causalidad y predicción.

Antes de seguir adelante en el desarrollo de este capítulo conviene, a efectos argumentales, considerar las diferencias y similitudes entre estos dos conceptos. Como se ha apuntado, los humanos disponen de sistemas capaces de realizar juicios predictivos y juicios causales. En una primera aproximación, podría decirse que no es lo mismo. Así, un profesional clínico es capaz de

predecir las condiciones de salud de un paciente a partir de sus síntomas manifestados pero no considera, por ello, que necesariamente la tos produzca – sea la *causa*- el catarro.

En la actualidad, existe evidencia empírica acerca de la capacidad de las personas para diferenciar situaciones *predictivas*, cuando el proceso inferencial se dirige de las causas de una acción a los resultados, de situaciones *diagnósticas*, cuando van de los resultados a las causas (Tangen & Allan, 2004; Waldmann, 2001; Waldmann & Holyoak, 1990).

Hemos visto con anterioridad cómo algunos estudios iniciales incorporaron importantes elementos de cuestionamiento al formalismo tradicional asociativo, respecto a la explicación de la conducta de aprendizaje, al aportar evidencia experimental sobre los denominados efectos de asimetría, a partir fundamentalmente de los diseños de bloqueo. Otros estudios posteriores han venido a reforzar esta idea. Las personas muestran patrones de respuesta diferenciados respecto al tipo de presentación de la información en la situación experimental (Matute, Vegas, & De Marez, 2002; Vadillo & Matute, 2005, 2007; Vadillo, et al., 2005). Los juicios, en efecto, varían, dependiendo de: a) si se pregunta sobre la intensidad con que una medicina *causa* una reacción alérgica; b) si se pregunta por la medida en que una medicina *predice* o *indica* la reacción alérgica; c) si se pregunta sobre la medida en que la medicina y la alergia *co-ocurren* intertemporalmente. Como conclusión, estos estudios establecieron la existencia de mecanismos de aprendizaje y representacionales diferenciados para los juicios de predicción y la causalidad. A lo largo del desarrollo de este capítulo volveremos sobre este tema en cuestión. Lo relevante en este punto es que, en el marco del conjunto investigador sobre juicio causal nacieron, de este modo, las dos ópticas mayoritarias en la concepción del proceso asociativo, representadas respectivamente por los modelos *asociativos* y los modelos *inferenciales*.

La representación cognitiva se caracteriza por tener una estructura de tipo *semántico* –o *proposicional*-. La alternativa a una representación cognitiva o proposicional es una *asociación*, que conecta de manera simple las imágenes mentales que se corresponden con dos eventos dados de una realidad. A su vez, la representación generada puede ser considerada en términos *simbólicos* o *declarativos*, o bien en términos puramente *conductuales* o *procedimentales* (Shanks, 2007). De este modo, puede decirse que tanto el razonamiento causal como el juicio causal humano residen en la existencia de pensamiento racional, simbólico y cognitivo como en la regulación por procesos asociativos.

3.4. La cognición causal. Aspectos estructurales.

En la actualidad, el conjunto de procesos cognitivos que intervienen en el establecimiento de juicios causales de decisión se han venido a englobar bajo el término de *cognición causal* (Danks, en prensa). Así, cabe distinguir entre procesos de *aprendizaje causal*, que determinan el modelo de reconocimiento de las relaciones causales entre dos posibles eventos a partir de la influencia

que sus características estimulares ejercen sobre el sistema cognitivo, y los procesos de *razonamiento causal*, que intervienen en la optimización del proceso adaptativo del individuo respecto a su entorno, mediante el aprovechamiento de la capacidad de procesamiento de un sistema cognitivo integrado (Figura 12) Si bien hoy se considera que ambos niveles no son independientes, la investigación los ha tratado de manera separada en múltiples ocasiones, quizá por la necesidad fundamental de describir y comprender sus características subyacentes de una manera lo más clarificadora posible. Los procesos de aprendizaje asociativo pueden dividirse, a su vez, en procesos de *percepción causal* y procesos de *inferencia causal*.

3.4.1. Percepción causal

Respecto a los procesos de percepción causal, cabe decir que su activación es automática y depende críticamente de las condiciones de presentación de los eventos en contexto (Choi & Scholl, 2004; Scholl & Nakayama, 2002).

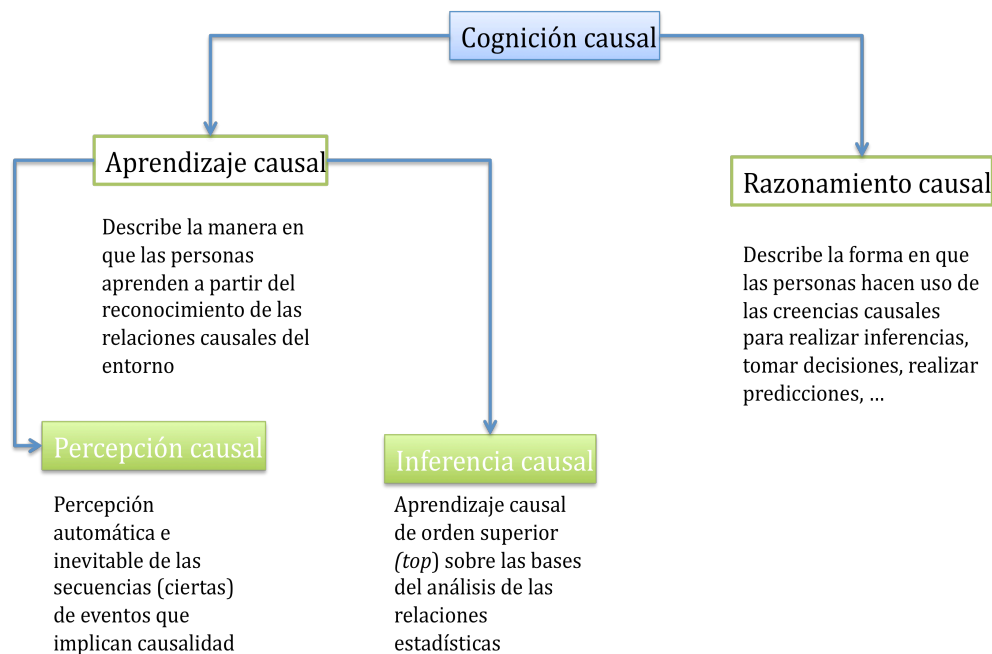


Figura 12. Representación gráfica de los procesos generales de razonamiento implicados en la cognición causal

Su carácter no consciente significa particularmente la ausencia de necesidad de implicación de las creencias del sujeto en el surgimiento de la causalidad. Así, por ejemplo, el *efecto de despegue* (“launching effect”) pudo ser identificado en el inicio de la investigación sobre aprendizaje como paradigma operativo de la percepción causal (Michotte, 1963). La percepción causal implica el reconocimiento de características de contigüidad temporal y espacial relevantes en un contexto situacional dado, así como el descarte de otras

alternativas intervinientes. Depende, por tanto, de las características de la *entrada visual* y no de niveles superiores de cognición.

3.4.2. Inferencia causal.

Por su parte, la inferencia causal tiene lugar cuando el establecimiento de la causalidad entre acontecimientos del mundo no puede recaer únicamente en las condiciones espacio temporales de la organización directa estimular. Tal es el caso, por ejemplo, de la consideración de los efectos secundarios de un fármaco o de la relación establecida entre, por ejemplo, la ingestión de una seta y un dolor de estómago. En este tipo de situaciones, la inferencia causal se establece en relación a las tasas diferenciales de *ocurrencia* respecto a la población general, esto es, su *tasa base* –al menos, como veremos más adelante, desde una perspectiva racional-. Dados, en general, una serie de eventos con un poder causal relativo, y una serie de efectos probables, el individuo tiene que:

- a) Determinar qué causas potenciales son causas actuales.
- b) La relevancia –fuerza- de esas causas.

En el caso de la inferencia causal, sí parece existir una implicación de procesos cognitivos de orden superior, a diferencia del procesamiento causal perceptivo. A su vez, los procesos de inferencia causal se diferencian del nivel de razonamiento causal respecto a la no recurrencia al conocimiento disponible previamente sobre la situación dada, al menos en la medida de lo posible. Por ello, los diseños experimentales prototípicos en esta área conlleva las siguientes características fundamentales (Danks, en prensa):

- a) Un componente de diseño es la presentación de “historias encubiertas”, con objeto de prevenir a los participantes del uso de cualquier conocimiento causal previo subyacente (por ejemplo, relativo al orden temporal de los eventos).
- b) Las variables relevantes par el establecimiento de la inferencia causal se presentan de manera explícita en los estímulos presentes. Éstas pueden estar divididas en causas y efectos potenciales en el diseño.
- c) Los participantes ofrecen sus juicios sobre las relaciones causales en forma de valoraciones numéricas, usualmente sobre una escala cuyo rango oscila entre “-100” (la causa es *evitativa*) y “+100” (la causa es *generativa*).

Anteriormente se ha expuesto la necesidad de controlar en los diseños de inferencia causal el efecto del conocimiento previo. Existe suficiente evidencia en la actualidad como para considerar la influencia que, en particular, las creencias previas, ejercen sobre la inferencia causal, hasta el punto de observar una modificación clara en el patrón de valoraciones de juicio causal humano, con mayores puntuaciones en los casos en los que la covariación

entre los estímulos está reconocida previamente, que cuando no lo está (Fugelsang & Thomson, 2003). En un plano más general, la inferencia causal está influida de manera significativa por las categorías y conceptos ya disponibles en nuestra mente (Waldmann & Hagmayer, 2006).

3.4.3. Procesos de razonamiento causal.

Un tercer nivel de procesamiento en el ámbito de la cognición causal es el destinado a los procesos de razonamiento causal. Tradicionalmente ha sido tratado en el marco de un conjunto particular de dominios relacionados con el conocimiento causal, tales como la toma de decisiones o la categorización.

3.4.3.1. El razonamiento causal en la toma de decisiones.

El conocimiento que una persona tiene sobre la orientación causal está relacionado con su capacidad para representar causalmente una situación. Imaginemos que una persona cree que la causa de su fortuna económica depende del círculo de amistades. Probablemente, tenderá a buscar un mayor número de amistades, dado el carácter de causalidad sobre su situación vital actual. Sin embargo, si lo que busca es, simplemente, la amistad como un valor vital, la fortuna en este caso no tendrá valor en relación a ella, con lo que el sujeto no la buscará necesariamente. El reconocimiento de la estructura causal de una situación es, en este sentido, crítico en el modo en que la persona expresará su conducta de actuación (Y. Hagmayer & Sloman, 2005; W. Nichols & Danks, 2007). Además las personas tienden a sentirse independientes en sus decisiones causales respecto a la posible influencia de la estructura casual.

3.4.3.2. Razonamiento conceptual.

Otro campo de investigación relevante en cognición causal ha sido el del *razonamiento conceptual*. Las creencias causales influyen, en este sentido, sobre la organización categorial. Así, por ejemplo, dada una categoría basada en la relación causal $A \rightarrow B$, todos aquellos individuos que cumplen A pero no cumplen B son juzgados con una mayor probabilidad como pertenecientes a la categoría que cuando sólo se da B, pero no A (Rehder & Kim, 2006). La idea central subyacente a este tipo de estudios es que existiría un forma diferente, al menos parcialmente, de organizar categorialmente los sucesos del mundo, que estaría basada en las relaciones causales paradigmáticas de la clase de pertenencia correspondiente, esto es, cuyos elementos conceptuales compartirían la misma estructura causal subyacente (Rehder & Kim, 2006). Esta teoría, denominada *teoría del modelo causal*, asume que los conceptos que constituyen una categoría con estas características definirían su estructura relacional en términos de redes bayesianas –cuestión que se presentará más adelante en el discurso- y que el razonamiento conceptual es, esencialmente, razonamiento causal. De este modo, el sistema de creencias de los sujetos se convierte en un elemento clave en la representación categorial, dada su

influencia sobre los mecanismos de reconocimiento de ejemplares y agrupación categorial.

3.4.3.3. Razonamiento contrafactual.

Por último, un área importante de desarrollo experimental en relación con el razonamiento causal ha sido la investigación sobre *razonamiento contrafactual*. El razonamiento contrafactual es el proceso o conjunto de procesos por los cuales un individuo hipotetiza sobre las alternativas probables a una situación dada, simulando los eventos intervinientes y representando mentalmente las posibles consecuencias como resultado de la manipulación mental de los mimos. Se trataría, en un modo simple de describirlo, del pensamiento de los sucesos del mundo en términos de *lo que podría haber sido* si se hubieran dado otras circunstancias diferentes Segura (Segura, Fernández-Berrocal, & Byrne, 1998). Pese a que la evaluación contrafactual parece estar soportada en gran medida por el razonamiento causal, ambos niveles de razonamiento no son absolutamente equivalentes (D. R. Mandel, 2003). A menudo, las personas tienden a seleccionar en sus juicios de atribución causal motivos que no son precisamente aquellos que, desde el punto de vista de la evidencia, tendrían el mayor peso justificatorio, desde una perspectiva racional. Imaginemos, por ejemplo, el caso de un conductor que un día toma un camino distinto para ir con su automóvil de regreso a casa y, durante el trayecto, es golpeado por otro conductor ebrio. Al ser preguntados por las alternativas de posible evitación del daño –razonamiento contrafactual–, los individuos tienden a recurrir con frecuencia a argumentos de tipo “si hubiera escogido una ruta alternativa no habría pasado esto”, si bien tienden a justificar, al mismo tiempo, que la causa principal del suceso ha sido el estado de embriaguez del conductor del conche contrario –razonamiento causal–

3. 5. Modelos explicativos de la representación causal

La distinción entre niveles de configuración de la representación en el juicio humano también ha sido presentadas bajo el marco comparativo de los modelos asociativos frente a modelos *estadísticos* (Piñeno & Miller, 2007). Estos últimos justifican la configuración de la representación recurriendo a reglas de tipo algebraico que expresan las combinaciones posibles de los pares clave/resultado, siguiendo patrones determinados de tipo probabilístico, y cuyo paradigma fundamental es la conocida como regla *delta* o Δp . Cabe decir, no obstante que este último contraste comparativo no debe ser entendido en el mismo plano conceptual que el que establece la distinción entre un nivel asociativo y otro cognitivo. Algunos autores argumentan, en este sentido, que aunque los modelos asociativos también manejen reglas que permiten predecir el comportamiento de un sujeto a lo largo de una serie de sucesos del mundo, los modelos estadísticos manejan de manera específica el análisis conceptual en términos de entidades específicas como la *causa* o el *efecto* de una determinada acción –o decisión–. (Cheng, 1997; Danks, 2003). Por ello, su

marco de aplicación tiene un carácter más restrictivo. Lo que caracteriza en realidad a los modelos estadísticos es, por tanto, que el individuo debe realizar una serie de procesos cognitivos que implican transformar una realidad externa en conceptos, siguiendo, para ello, algún tipo de regla estadística.

En esta última década la investigación se ha encaminado a desentrañar ese tipo de procesos implicados en la organización representacional del aprendizaje causal. Existe evidencia, por ejemplo, sobre cómo las personas, además de aprender a partir del condicionamiento estimular a partir de la asociación entre eventos, son capaces de realizar inferencias de tipo condicional, extrayendo incluso las posibles causas ocultas existentes en una situación dada. Tales inferencias se realizan a partir de la información obtenida sobre las correlaciones observadas en la ocurrencia de los eventos observables (Gopnik, Glymour, Sobel, Shulz, et al., 2004). Bajo ciertas circunstancias experimentales, las personas son capaces de inducir reglas que describen la estructura profunda de un dominio estimular dado (Shanks & Darby, 1998). En su experimento, Shanks y Darby (1998) ilustraron este tipo de argumentos de una manera muy elegante. Así, dados cuatro estímulos, A, B, C, D cuyos emparejamientos producían o no resultado, según los emparejamientos AB+, A-, B-, CD-, C+, y D+ producían asociaciones diferenciales –condicionadas– entre estímulo –o compuesto estimular– y resultado –o ausencia de resultado–. Al menos, esto es lo que parecía establecer el argumento general propuesto por los modelos asociativos de aprendizaje causal. Sin embargo, otra explicación podría originarse respecto al mismo contexto, al proponer que los sujetos generarían una regla del tipo el compuesto *A predice resultados opuestos respecto a los elementos que lo constituyen*. En definitiva, la propuesta explicativa de corte inferencial permitiría que las asociaciones se formen no sólo a nivel de la propia experiencia asociativa sino también a nivel de las representaciones mentales en juego (Mitchell, Livesey, & Lovibond, 2007).

3.5.1. Limitaciones explicativas.

La identificación de un modelo explicativo de la conducta de aprendizaje humana que responda fielmente a la realidad observable no ha sido una tarea sencilla. A menudo, el escenario experimental ha dado lugar a una amplia dispersión de posiciones explicativas, con un denominador común: prácticamente todos los modelos dan cuenta parcial de la respuesta humana y, a la vez, todos ellos, contienen elementos de debilidad en el contraste con el modo de actuar de sujetos y animales en condiciones reales. A continuación se presentan, en este contexto, algunas de las limitaciones más significativas de los conjuntos teóricos más sobresalientes.

3.5.1.1 Efectos de asimetría.

El debate actual entre las teorías asociativas y las cognitivas no es sencillo. No obstante, se han considerado serias limitaciones explicativas respecto a la

relación entre las predicción del modelo correspondiente y la observación de la conducta de juicio humana. En el caso de los planteamientos asociativos, unas representaciones sugerirían la activación de otras, sin la necesidad para ello de mediar el conocimiento o las creencias del sujeto, es decir, el comportamiento asociativo será similar al modo en que se comportan las relaciones entre eventos directos del mundo. Si esto fuera así, no podría establecerse una diferencia clara entre causa y efecto, más allá de la información recogida, desde un punto de vista predictivo, respecto al evento antecedente o al consecuente. Simplemente, un evento elicitaría la relación con el consecuente, siguiendo un orden de presentación establecido. En realidad, lo que parece ocurrir es que la interpretación respecto de las relaciones entre los sucesos modifican el patrón de competición de señales, observándose, de este modo, efectos de asimetría no explicables únicamente por el contexto asociativo (Booth, 2007; Cobos, 2007), efectos a los que ya se ha hecho referencia en el inicio del presente capítulo de la tesis. Para ilustrar este hecho, hilando con el argumento inicialmente expuesto, consideremos el siguiente ejemplo (López, 2005): en un primer escenario, dos claves A y B indican un tercer evento, Z. No se ofrece ningún tipo de interpretación previa sobre lo que está sucediendo. A lo sumo, A y B son definidas como causas y Z como consecuencia. En estas condiciones, tanto los modelos asociativos como los modelos cognitivos coinciden en sus predicciones, estableciendo que la capacidad predictiva o causal de A se vería ensombrecida por el efecto de la presentación conjunta con B, es decir, sería menor en relación a su presentación de manera aislada.

Situación 1	Antecedente	Consecuente	Causa	Consecuencia
1	A, B	Z	A ó B	Z
2	A, B	Z	Z	A ó B

De acuerdo con la explicación asociativa, esta competición entre señales tiene lugar siempre que se produzca una coincidencia temporal en la presentación, previa a la aparición del posible resultado, sin importar el rol causal, predictivo o diagnóstico. Sin embargo, los modelos cognitivos de razonamiento causal plantean que la interacción de claves aparecería únicamente cuando varias causas concurren y no cuando concurren varios efectos (o lo que es lo mismo, sucedería cuando las inferencias son predictivas pero no en las que son diagnósticas) (Waldmann, 1990; Waldmann, 2001; Cobos, 2002). No obstante, estos resultados nos son aún concluyentes, ya que otros estudios identifican la presencia de los efectos de asimetría en la predicción de claves tanto en los diseños causales predictivos como en los diagnósticos (Waldmann, 2000; Waldmann, 2001; Van Hamme, 1993; Matute, 1996). En suma, estos efectos de asimetría parecen presentarse, como hecho particularmente relevante en la investigación, cuando los sujetos participantes son conscientes de la relevancia de la información causal contenida en el proceso asociativo.

3.5.1.2. Estudios probabilísticos.

En el camino por desentrañar el modo en que una persona configura sus representaciones causales para la realización de juicios, existen, en la

actualidad, otras cuestiones realmente interesantes a debatir. Por ejemplo, consideremos de nuevo el formato tradicional de una condición estándar de bloqueo, en la que la respuesta a un estímulo, A, se ve debilitada por la presentación en la fase inicial de una asociación entre el estímulo B y el resultado obtenido. Algunos estudios han incluido en sus diseños la posibilidad de que los participantes realicen juicios sobre la probabilidad de *aparición de un resultado*, dada la presentación del estímulo A, constatando igualmente la presencia de efectos de bloqueo (De Houwer, Vandorpe, & Beckers, 2007a), dando lugar a un intrigante conflicto entre predictividad y coherencia, dado que la probabilidad del suceso A, $p(O|A)$, no depende de la presentación preliminar de un suceso independiente, B.

¿Cómo explicar la existencia de este tipo de sesgos interpretativos?. Diversas respuestas han sido formuladas al efecto. Por un lado, las corrientes asociativas han sugerido que en el transcurso del bloqueo, el sujeto incorpora la información relativa a la capacidad de asociación de A, que será usada como evidencia en la consideración de los juicios de probabilidades. De este modo, la clave que sea más fuerte asociativamente supondrá la posibilidad de pensar con mayor intensidad en el resultado, independientemente de la equiprobabilidad en la presentación de los estímulos. De este modo, los individuos realizan algún tipo de inferencia a partir de la relación asociativa de los eventos.

Otros autores (De Houwer & Beckers, 2002b) sugieren que el bloqueo se origina a partir del razonamiento, en lugar de a partir de procesos asociativos, en una secuencia de que está dirigida desde la premisa “el resultado es tan probable e intenso después de B que después de AB”, a la conclusión “por tanto A no es la causa del resultado”, siempre que el efecto de B sobre el resultado no alcance su valor máximo (*efecto de techo*, como veremos con posterioridad). Así, en la fase 1, los sujetos aprenden que B es un predictor válido del resultado, mientras que en la fase 2 la co-ocurrencia de A y B con el mismo resultado hace que la información contenida no permita distinguir el tipo de relación que cada suceso tiene de manera independiente, esto es, tanto si A tiene como si no tiene relación con el resultado. En condiciones de maximización, A no podrá aumentar o alterar la presentación del resultado ya que B genera el máximo potencial asociativo respecto al mismo. Sin embargo, en condiciones submáximas la falta de capacidad de A para provocar el cambio de magnitud sobre el resultado en la fase 2 sí es significativa, quedando aún margen para la modificación potencial. Bajo estas circunstancias, el bloqueo es mayor en la condición submáxima, algo que parece inconsistente con las teorías tradicionales asociativas del bloqueo (Shanks, 2010).

3.5.1.3. Efectos de aditividad

En la misma línea parecen expresarse los efectos de *aditividad* (Lovibond, Been, Mitchell, Bouton, & Frohardt, 2003; Mitchell & Lovibond, 2002). Dependiendo de las creencias de los sujetos sobre el resultado de la combinación aditiva de varias claves (en términos lógicos, $1+1=2$ frente a $1+1 \leq$

2) la respuesta sobre la clave de bloqueo, A, se verá, respectivamente, debilitada (aumenta el bloqueo), en los casos de aditividad, o reforzada (disminuye el bloqueo) en los casos de subaditividad, lo cual, parece manifestar que la influencia de la clave introducida, B, en la fase 1 es mayor cuando no se considera que el sumatorio de fuerzas de la combinación equivale al máximo posible (subaditividad), siendo ineficaz en los casos de aditividad máxima.

En suma, los efectos de aditividad (al igual que los de maximización, de los que se hablará con posterioridad al referir el *efecto del techo* sobre el potencial predictivo de una clave) dieron lugar al establecimiento de una vía argumental sobre la capacidad de razonamiento causal como base para la explicación de las interferencias de bloqueo, algo que aparentemente no puede ser fácilmente explicado en términos asociativos. Más aún, cuando determinadas especies de animales también parecen exhibir patrones similares de procesamiento y respuesta a las condiciones de bloqueo, lo cuál pondría de manifiesto la existencia de “remarcadas habilidades cognitivas” (Beckers, Miller, De Houwer, & K., 2006). Tanto es así que la presencia combinada de un conjunto estimular maximizado, del tipo C+, D+, CD++ (ver Tabla 5), junto con la administración de pequeñas descargas, incrementaba aún más el efecto del bloqueo, situación que parecía confirmar la evidencia de que la clave B, en estos casos, se convertía en un estímulo ineficaz. Las ratas, al igual que los animales, parecían aprender a partir de la representación producida en el contexto de aprendizaje, generando creencias previas a la observación física y directa de las claves de ensayo. En apartados posteriores de este capítulo se recuperarán estos conceptos, en línea tanto de la búsqueda de posibles alternativas explicativas a estos efectos, como de su presencia en contextos diferenciales de causalidad generativa y predictiva.

3.6. Modelos asociativos frente a modelos cognitivos. Relevancia de los distintos tipos de formulación.

En el contraste de los modelos asociativos frente a los modelos de carácter cognitivo, observamos a lo largo de la investigación otro hecho singular que ha puesto de manifiesto la disparidad interpretativa existente. En líneas generales, el planteamiento puramente asociativo podría decirse que es insensible a la semántica de la información, generalmente contenida en las instrucciones de proceso, dado que la estabilidad del proceso de aprendizaje se basa únicamente en capacidad de enlace entre claves de distinto tipo. Sin embargo, el manejo proposicional contenido en la información sí influye en el resultado interpretativo causal de los individuos, hecho que, como decimos, parece respaldar la necesidad de considerar el impacto debido al procesamiento causal de la representación. Así, por ejemplo, existe evidencia de que, mientras que los juicios causales (p. Ej.: *¿en qué medida A causa B?*) están basados en el análisis de la contingencia, los juicios *predictivos* (*¿en qué medida A predice B?*), *preparativos* (juicio la *utilidad* de las respuestas sobre la anticipación de un resultado), o *contrafactuales* (*en una situación en la que B*

no ocurriría si A estuviera ausente, ¿cuál es el nivel de probabilidad de que aparezca B si se presenta A?) lo están respecto a la probabilidad condicional de aparición del resultado (Collins, 2006; De Houwer, 2007; Vadillo, 2007). Una explicación posible de este hecho en términos asociativos es que el juicio causal se asienta e la consideración del valor de fuerza asociativa del elemento considerado aisladamente mientras que los juicios probabilísticos o predictivos dependen de la fuerza del compuesto formado por la clave y el contexto. No obstante, en general, este tipo de efectos debidos a la estructura de la preguntas experimentales no son fácilmente explicadas en términos puramente asociativos. Este hecho, nos lleva a considerar la posibilidad de que los juicios de contingencia puedan ser descompuestos en dos niveles diferenciados: uno, destinado a generar representaciones fundadas a través de procesos de tipo meramente asociativo y otro basado en el reconocimiento de procesos de razonamiento causal (L.G. Allan, Siegel, & J.M., 2005; J. Perales, Catena, González, & Shanks, 2005).

3.6.1. Efectos de reevaluación retrospectiva.

Hasta aquí, el argumento general del capítulo nos ha llevado a través del análisis de patrones experimentales cuyo curso ha sido directo, esto es, dirigido desde la presentación de las claves a los resultados. Sin embargo, las limitaciones explicativas sugeridas en el debate investigador han planteado también la vigilancia de sesgos presentados en condiciones cuyo curso de acción es inverso.

En conjunto, otra de las principales limitaciones de los modelos clásicos asociativos se puso de manifiesto en un tipo de diseños en los que la representación del proceso de construcción asociativa seguía un curso contrario al establecido tradicionalmente. Un ejemplo paradigmático fue el mostrado por el paradigma de *bloqueo retrospectivo* (backward blocking). Si bien el curso estándar del procedimiento de bloqueo, el llamado *bloqueo hacia delante*, consistía en la observación de un efecto de disminución de la capacidad asociativa de un estímulo novedoso al ser bloqueado por el efecto de un estímulo al que se había entrenado previamente junto con la presentación del resultado (ver capítulo anterior de esta tesis para mayor detalle), el bloqueo retrospectivo suponía un reto importante para la explicación en términos asociativos.

En un diseño convencional de bloqueo hacia atrás o retrospectivo, un compuesto estimular, AX+ es entrenado previamente es seguido por una presentación aislada del estímulo A junto con el resultado, es decir, A+. En estas circunstancias, la respuesta sobre el estímulo X es bloqueado, al igual que en el bloqueo hacia delante, por el estímulo A. Sin embargo, a diferencia de la situación anterior, lo novedoso es que esta disminución de la fuerza asociativa del estímulo se produce cuando el estímulo X está ausente del escenario de condicionamiento, en los ensayos A+. Lo sucedido se explica en términos de la reinterpretación de lo aprendido sobre un determinado estímulo en virtud de una experiencia posterior en la que ésta no está presente

(Dickinson & Burke, 1996). Inicialmente, el modelo de Rescorla-Wagner Rescorla (R.A. Rescorla & A.R. Wagner, 1972) establecía que el cambio asociativo estaba determinado por la presencia obligatoria de los estímulos intervinientes en el proceso.

3.6.2. Explicaciones teóricas de los efectos de reevaluación retrospectiva.

La investigación posterior ha revisado estos planteamientos teóricos (Dickinson & Burke, 1996; Van Hamme & Wasserman, 1994) señalando que las personas forman asociaciones también entre los elementos configurales de los compuestos estímulares. Así, se acepta el hecho de que existen fuerzas asociativas entre a los estímulos condicionados que intervienen en un ensayo concreto. Más aún, la respuesta condicionada a un EI puede estar influida por la relación entre estímulos que no tienen por qué haber coincidido temporalmente nunca y que, sin embargo, están indirectamente vinculados a través de lo que algunos autores han venido en llamar una *web de asociaciones intermedias*. (De Houwer & Beckers, 2002b; Mitchell, De Houwer, & Lovibond, 2009). Con todo, los modelos asociativos revisados no han sido capaces de explicar con claridad estos efectos de procesamiento de alto nivel en los que no hay concurrencia de claves.

Por su parte, los modelos explicativos inferenciales del procesamiento causal suponen la existencia de procesos superiores de razonamiento para explicar este tipo de efectos, junto con la disposición de algún tipo de conocimiento proposicional consciente (De Houwer, Beckers, & Vandorpe, 2005; Mitchell, et al., 2009). Según este marco de consideración, el aprendizaje en general es consecuencia de la existencia de procesos de razonamiento proposicional que actúan de manera coordinada con otros procesos inconscientes implicados en la recuperación de información en memoria y la percepción.

La idea fundamental establece que el proceso asociativo no tiene un carácter automático sino controlado. Cuando un sujeto, animal o humano, identifica una clave condicionada, la representación mental generada a través de la experiencia se bastaría –según los modelos alternativos– para elicitar la presencia de la representación mental del EI asociado. Los modelos proposicionales establecerían la existencia de procesos que se activan a partir de las creencias sobre el mundo, dispuestas en forma de proposiciones, en lugar de simples vínculos que permiten a una representación activar a otra. Los sujetos aprenderían, con ello, las relaciones entre los eventos, más allá de la disposición de un mecanismo de configuración de vínculos entre las señales del entorno.

3.7. Razonamiento causal entre humanos y otras especies.

En los apartados siguientes analizaremos más en profundidad las ideas actuales sobre la explicación proposicional en el razonamiento causal. Antes, consideramos necesario retomar por un momento el marco comparativo de contraste entre la especie humana y el resto de especies animales. Posiblemente debido al inicio tardío de los estudios sobre causalidad humana respecto a los trabajos y cuestionamientos previos en el entorno del aprendizaje asociativo animal, los hallazgos relativos a los primeros parecieron significar la existencia de un tipo de procesamiento causal diferenciado en el hombre respecto al resto de los animales.

Como veremos más adelante, en la actualidad parecen existir argumentos en esta línea que se van consolidando aunque a un ritmo pausado. Sin embargo, este marco comparativo no significa, ni mucho menos, que ambos conjuntos comparativos de especies animales sigan cursos opuestos de procesamiento de la causalidad en el aprendizaje asociativo. De hecho, este tipo de cuestionamientos no han hecho sino reforzar la necesidad de profundizar en el nivel de investigación utilizando diseños que incorporen al posibilidad de analizar niveles de procesamiento de alto nivel, también en animales. Y es aquí donde también se ha encontrado evidencia de cómo determinadas especies de animales desarrollan mecanismos de asociación que no parecen ser explicados fácilmente recurriendo a las teorías revisadas del aprendizaje asociativo animal. Consideremos un ejemplo, tomado del trabajo realizado por Denniston y cols. (Denniston, 2003). Para facilitar la comprensión se han dispuesto las condiciones experimentales y las características de cada fase en la Tabla 6. En la fase 2 se estableció un programa de entrenamiento de bloqueo presentando el compuesto estimular XY+. A continuación, los grupos OV-A y Con-A recibieron una extinción masiva del estímulo de ensombrecimiento, A, mientras que los grupos OV-Cxt y Con-Cxt recibieron una exposición equivalente al contexto experimental, es decir, no se aplicó el procedimiento de extinción.

Los resultados pusieron de manifiesto un fallo en la capacidad del estímulo ensombrecido, X, para bloquear la respuesta condicionada al estímulo condicionado, Y, en el grupo OV.Ctxt. Sin embargo, la extinción del estímulo A presentada en la fase 3 originaba una respuesta de supresión condicionada a Y más atenuada en el grupo OV-A.

Tabla 6. *Diseño experimental de Denniston y cols (exp.4). A es un tono complejo de alta frecuencia, X, un ruido blanco; Y un click; S un zumbido indicador del EI (una descarga de 1 seg.). OV-A y Ovcxt, grupos de ensombrecimiento; Con-A y Con-Cxt, grupos de control*

Grupo	Fase 1	Fase2 (bloqueo)	Fase 3	Fase 4	Test (Y?)
OV-A	AX→S	XY→S	A-	S→EI	Respuesta débil
OV-Cxt	AX→S	XY→S	Contexto	S→EI	Respuesta fuerte
Con-A	X→S	XY→S	A-	S→EI	Respuesta débil
Con-Coxt	X→S	XY→S	Contexto	S→EI	Respuesta fuerte

Si estos resultados parecían revelarse como paradójicos en el contexto de las teorías explicativas tradicionales era por el hecho de cómo podía explicarse una respuesta mas débil en condiciones en las que nunca había estado el estímulo condicionado Y en contacto con aquel que es objeto de extinción, esto es, el A. En realidad, lo que realmente se empezó a poner de manifiesto era la existencia de ése nivel de razonamiento superior al que vamos aludiendo en esta tesis, el cuál permitiría un enfoque diferente a nivel interpretativo. Veremos a continuación dos posibilidades.

Las teorías de corte inferencial sugirieron como mecanismo explicativo de este tipo de fenómenos la capacidad de las ratas para aprender a desviar el foco de la causa verdadera, que no es A, sino X, en los conjuntos estímulares AX+. A partir de ahí, mediante la aplicación de procesos de deducción inferencial, como si se tratara de una situación de vasos comunicantes, aprenderían que Y no debe haber sido el estímulo causal verdadero en el conjunto estimular XY+, con lo que la respuesta a Y se vería reducida (De Houwer, et al., 2005).

Una segunda explicación de los fenómenos de evaluación retrospectiva en estas circunstancias vino dada a través de la denominada hipótesis del *comparador extendido* (Stout, 2007; Denniston, 2003), según la cual, la respuesta dada al estímulo Y sería el resultado de la comparación entre la representación del EI que es activada directamente por el estímulo objetivo, Y, y la que es activada indirectamente por otros EC, como es el caso de A ó X, con los que la clave objetivo está asociada, bien directa o indirectamente. Así, en el experimento de Denniston et al. (2003), las respuesta de las ratas a la clave Y era modulada por un proceso asociativo de carácter superior entre Y y A, al tiempo que por un proceso asociativo de primer orden entre Y y X y entre X y A. Lo más significativo es que la hipótesis del comparador extendido establece la competición de claves en la fase de *evaluación*, en lugar de hacerlo en la fase de *aprendizaje* lo que significa, en términos coloquiales, que la respuesta del sujeto a la clave diana está debilitada en la medida en la que sea capaz de “pensar” en la existencia de una causa alternativa, o predictor del resultado en cuestión (Stout, 2007).

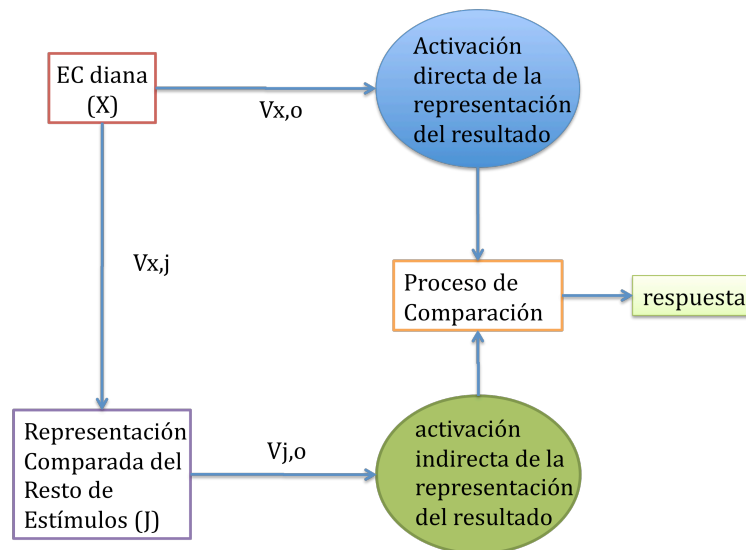


Figura 13. Hipótesis del comparador extendido. $V_{x,o}$ representa la asociatividad entre la clave diana y el resultado; $V_{x,j}$, entre la clave diana y el resto del conjunto estímular (comparación interestimular); $V_{j,o}$, la fuerza asociativa del enlace entre la comparación interestimular y el resultado. El conjunto produce, como consecuencia, dos tipos de representación en la anticipación del resultado, una directa y otra indirecta que se contrastan en el proceso de evaluación de la respuesta.

3.8. La Estimación del potencial Causal.

Otro centro de interés en la investigación sobre juicio causal humano lo constituye el análisis de los procesos de asignación de la capacidad causal que tendrá una clave (*causal power*) para producir un determinado resultado. En el contexto del procesamiento causal, esta capacidad está en relación directa con la extracción de inferencias a partir del entorno de competición de claves y, por tanto, en un nivel superior de ejecución. A continuación describiremos algunos de los efectos más relevantes en este ámbito.

3.8.1. Efectos de techo.

Cuando un resultado ocurre con su máximo valor posible, en todas las ocasiones en las que se presenta, independientemente del patrón de contingencia de una clave condicionada (lo que equivaldría a considerar un valor nulo de la contingencia asociada), no es posible realizar inferencias causales a partir de la misma. En estos casos, no es posible predecir si una clave presente tiene el valor de potencial causal necesario para producir ese efecto (P.W. Cheng, 1997; P. W. Cheng & Holyoak, 1995).

Con objeto de explicar este tipo de efectos, Cheng propuso en 1997 un modelo denominado *Teoría del Potencial Causal del modelo de contraste*

probabilístico. Su argumento general fue presentado inicialmente por Cheng en 1997. Según propone esta teoría, las personas establecen un marco interpretativo *a priori* cuando se les presentan dos claves, una causa potencial y un efecto, de manera que atribuyen a la posible existencia de la relación entre ambas un carácter bien *preventivo* (la capacidad de la causa para evitar la aparición del efecto), bien *productivo* (la capacidad de la causa para generar el efecto), asignando una probabilidad determinada a esa relación, denominada potencial causal.

El sentido explicativo de este modelo supone un paso más respecto a las teorías covariacionales, ya que intenta dar cuenta de la aparición del concepto de causalidad como un efecto representacional inducido a partir de la covariación interestimular (Novick & Cheng, 2004). Sin embargo, la covariación de estímulos, expresada en términos de la regla ΔP –sobre la que se hablará en el próximo capítulo de la tesis– (Jenkins & Ward, 1965), por sí misma, no implica necesariamente la existencia de una relación causal, de la misma forma que la ausencia de una covariación no implica la ausencia de una relación causal. Por tanto, será necesario algún tipo de mecanismo adicional capaz de dar cuenta de la capacidad del sujeto para establecer la inducción causal. ¿Cómo llegan entonces a establecer un rango de causalidad entre ambos estímulos?

Para evaluar el potencial de una posible causa, A, de influir sobre un efecto, O, es preciso, en el marco de la teoría, considerar varios aspectos fundamentales:

- debe existir al algún tipo de conocimiento previo que sirva de marco interpretativo del input en el proceso de inducción causal.
- El potencial causal es la idea intuitiva de que una cosa causa debido a su potencial o su energía para provocar ése efecto.
- En este contexto, las personas inducen, en función de las características de la situación y de su experiencia, cuál de todas las causas posibles de un efecto es la más probable, en función de su frecuencia –covariación– y cuáles son meras causas disponibles. Así, por ejemplo, un fuego forestal puede estar causado atribucionalmente por una cerilla o por la presencia de oxígeno, dependiendo, respectivamente, de que nos encontremos en el campo o en un laboratorio.
- Las atribuciones de causalidad a partir de los mecanismos inductivos está expuesta a la influencia de sesgos cognitivos. Así, por ejemplo, las personas tienden a atribuir causalmente un resultado a la acción de una persona con más probabilidad que a la de otros factores (Nisbett & Ross, 1980).

En suma, la capacidad de realizar procesos de razonamiento inductivo a partir del análisis de las covariaciones entre eventos del mundo, caracteriza tanto a las situaciones de causalidad productiva como preventiva. Esta capacidad de reconocimiento depende de las características formales del entorno de actuación, particularmente en lo que se refiere a la intensidad de presentación

del resultado en relación a la covariación causal. La Teoría de estimación del potencial causal establecía, por ello, un marco de análisis descriptivo adecuado para su análisis. En este marco descriptivo, recientemente se han podido observar efectos de asimetría respecto a estos dos tipos de razonamiento causal (P.W. Cheng, Novick, Liljeholm, & Ford, 2006). También se ha podido comprobar que los efectos de techo no son exclusivos de la especie humana sino que otras especies, concretamente las ratas, también los manifiestan (Beckers, Miller, De Houwer, & K., 2006), ya que exhiben patrones de respuesta flexibles y sensibles a las restricciones debidas a la inferencia causal, no sólo en relación con la maximización de la intensidad del EI presentado –el efecto de techo– sino también a las violaciones de aditividad, lo que sugiere la existencia de procesos cognitivos complejos debidos al razonamiento causal inferencial implicados en el proceso asociativo que van más allá de la linealidad representativa del patrón clásico pavloviano. En una visión más amplia y general, podemos decir que la distinción formal clásica entre explicaciones asociativas y explicaciones inferenciales resulta, en realidad, improductiva. En su lugar, la consideración más adecuada en la actualidad tiende a evidenciar la existencia de un todo más complejo, multifactorial y fascinante, en términos explicativos (Chappell, 2006).

3.8.2. La teoría del potencial causal (Power PC) como alternativa a los modelos covariacionales.

El discurso hasta aquí nos ha llevado a comprender que la conducta de decisión de un sujeto está regulada por diferentes niveles de procesamiento de la información que actúan a modo de planos paralelos intercomunicados entre sí. Quizá la dificultad mayor en el propio relato comprensivo, a la par que explicativo, recae precisamente en la consideración de los mecanismos de intercomunicación entre ellos, al tiempo que suponen un reto en el conocimiento del funcionamiento general del sistema cognitivo humano.

En la decisión aparecen implicados dos niveles de procesamiento. Por un lado, el reconocimiento perceptivo de las interacciones asociativas entre los eventos del mundo actúan, para una situación dada, sobre el individuo produciendo algún tipo de representación mental progresiva, a medida que progresa su ejecución. Por otro, existe un salto cualitativo entre la contribución asociativa a la representación mental y el establecimiento de juicios de causalidad. Este

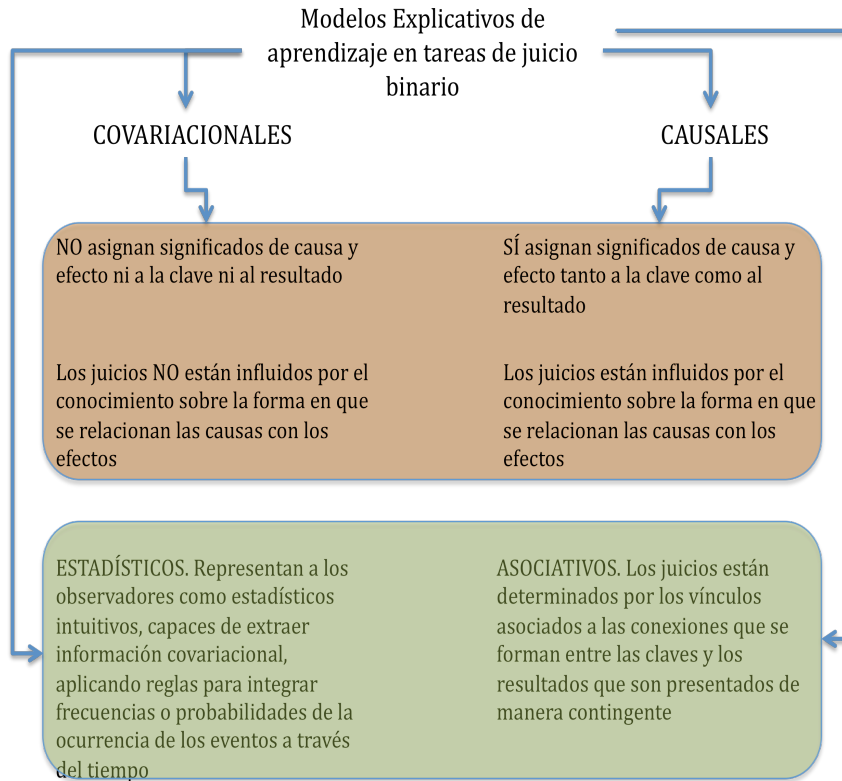


Figura 14. Doble clasificación de los modelos de juicio causal para procedimientos de ensayo binario (L.G. Allan, 2003)

salto cualitativo se relaciona con la capacidad de los individuos para realizar procesos de tipo inferencial, que les permitan deducir cuáles son las características relevantes del entorno estimular que convierten a unos candidatos en causas, mientras que a otros les mantienen neutros y a otros les asignan el rol de resultados o efectos.

La Teoría del Potencial Causal (Power PC) {Cheng, 1996; Cheng, 1992; Cheng, 2006; Cheng, 1997) ha venido a ocupar un papel relevante en el panorama investigador porque supone un intento explicativo consistente en la determinación del proceso de construcción de la representación causal inferencial que da lugar al juicio causal. Ya hemos indicado previamente algunos de sus fundamentos constituyentes básicos. Expondremos a continuación algunos detalles que, por añadidura, tienen por objeto en esta tesis perfilar una visión lo más clara posible de la complejidad de un sistema decisor como el humano.

Aunque en el capítulo siguiente entraremos de lleno en la recopilación de conocimiento sobre la contingencia en humanos, el punto de partida necesario para comprender la Teoría del Potencial Causal (en adelante, TPC), es la posibilidad de representar formalmente la covariación interestimular en una situación de condicionamiento dada, a través de la conocida como regla ΔP (L.G. Allan & Jenkins, 1980; Jenkins & Ward, 1965). Sin entrar en pormenores, en este momento diremos que basa su carácter en el establecimiento de la diferencia en la ocurrencia de una respuesta o resultado en presencia de una clave, respecto a la presentación del resultado en ausencia de la misma.

Dado que se trata de estimadores de tipo condicional, la presencia de un resultado estará condicionada a la presencia de la conjunción de la clave y resultado más la presencia de la clave en ausencia de ese resultado. Lo mismo sucede en el caso de la presencia del resultado en ausencia de la clave, que estará condicionada por el número de ocasiones en las que esto ocurre más las ocasiones en las que no están presentes ni el resultado ni la clave. La TPC argumenta que esta formulación no dice nada en particular sobre los procesos de generación de la inferencia causal, ya que tan sólo se limita a reflejar los efectos de la coincidencia intertemporal de los sucesos, sin ofrecer información sobre el rol causal, productivo o preventivo que pudieran tener los elementos intervinientes. Por ello, Patricia Cheng, en 1997, estableció el concepto de potencial causal, al referir la existencia de algún tipo de energía particularizada en aquel estímulo que potencialmente sería elevado a la categoría de candidato principal a ser causa de la situación dada. Su formulación en términos de cómputo quedaba de la siguiente manera, para situaciones en las que las opciones de procesamiento de los estímulos eran de tipo binario (p.ej., clave presente o ausente, resultado, no resultado, ..):

a) potencial causal generativa de C para $\Delta P \geq 0$.

$$q = \frac{\Delta P}{1 - p(E|\bar{C})}, \text{ para } P(E|\bar{C}) \neq 1$$

b) potencial causal preventivo de C para $\Delta P \leq 0$

$$q = \frac{-\Delta P}{1 - p(E|\bar{C})}, \text{ para } P(E|\bar{C}) \neq 0$$

donde ΔP es el modelo estándar de contingencia estadística, $p(E|\bar{C})$ es la probabilidad de observar un efecto en ausencia de la causa *candidata*, y q es una estimación del “potencial causal” no observable de esa causa candidata en particular.

Una idea adicional derivada de esta formulación es que las personas, en el proceso de inducción causal, seleccionarían un *conjunto focal* de causas

posibles para ser candidatas firmes de entre todas las opciones probables, fijando, en estos términos las posibilidades de construcción de la referencia representacional causal a partir de ellas (P. W. Cheng & Holyoak, 1995). No obstante, en su versión inicial, el modelo establece que este proceso inductivo puede tener lugar en ausencia de conocimiento causal *específico de dominio*, algo que permitiría explicar las variaciones respecto a los efectos de techo y las asimetrías entre causas preventivas y generativas (Penn & Povinelli, 2007). En este contexto de argumentación, no han sido pocos los cuestionamientos recibidos sobre la validez explicativa de la TPC (L.G. Allan, 2003). Particularmente, estas críticas se han dirigido hacia la interpretación de los resultados a partir de los juicios que los sujetos manifiestan en las situaciones denominadas de *indefinición*, en la que la contingencia es neutra y, o bien ,

$$p(R|C) = p(R|\bar{C}) = 1$$

siendo R, en este caso, el resultado, y C, la clave (equivalentes respectivamente en términos notacionales al *efecto*, E y a la *causa*, sólo que en este caso se trataría de describir fenómenos asociativos al margen de la significación causal de los estímulos); en estas circunstancias un sujeto juzgaría, de acuerdo con el modelo estadístico covariacional a la clave y al resultado como dos eventos no relacionados, mientras que la TPC supone que las personas no podrían establecer conclusiones firmes sobre la capacidad causal de C respecto a la aparición del efecto, R. Algo similar ocurriría en el caso en que .

$$p(R|C) = p(R|\bar{C}) = 0$$

Sin embargo los sujetos no parecen ajustarse con claridad a los supuestos de la TPC, evidenciando sesgos de juicio que suponen tendencias de respuesta bajo este tipo de condiciones. Así, por ejemplo, ya existía previa sobre la forma en que los juicios se desvían sistemáticamente del valor de 0 en función de la probabilidad de obtención de un resultado, $p(O)$, en situaciones de contingencia nula, mostrando una tendencia incremental en el inicio del proceso para luego descender paulatinamente, algo que parece entrar en contradicción con las predicciones de la TPC (D. R. Shanks, 1985; Shanks, 1987). Estos cambios sistemáticos de los juicios respecto a un valor constante del *potencial causal* fueron observados con posterioridad a la presentación de la teoría (Lober, 2000; Buehner, 2001).

No obstante el debate sigue abierto en los últimos años, más centrado en torno a la capacidad explicativa de los modelos asociativos frente a la de los modelos causales (Cheng, 2007). Con todo, se impone, en el curso del relato de esta tesis, continuar con la descripción formal del panorama de investigación sobre juicio causal humano, en la búsqueda de propuestas alternativas o complementarias que adecuen con mayor afinamiento sus postulados a la realidad psicológica y conductual de las personas.

3.8.3. La necesidad de encontrar una explicación a los fenómenos causales.

El hecho de que la TPC no ajuste en un detalle aceptable los patrones de juicio observados en los sujetos, explicando de manera predictiva y suficientemente válida los efectos de asimetría, no implica que sea preciso recalcar en profundidad sobre el hecho real de que, en el proceso de decisión causal, el razonamiento humano impone un nivel de extracción inferencial a partir de la realidad observada, relacionado con los efectos de aditividad y maximización, que no parece ser suficientemente explicado tampoco en términos meramente asociativos.

En primer lugar, un centro de debate muy interesante se ha establecido alrededor de la disponibilidad de procesos comunes de razonamiento inferencial entre humanos y otras especies animales. En esta línea, se ha partido precisamente del hecho constatable de la *evidencia* en el primer grupo; dado que hay efectos de decisión observados en la conducta humana que difícilmente son explicados a partir de la interpretación de la covariación, en particular, la atribución causal a unos candidato sobre las alternativas existentes y que éstas capacidades se deberían a la existencia de un nivel de procesamiento causal de orden superior, otros animales como las ratas podrían exhibir también este tipo de capacidad en su nivel de actuación.

Los resultados en este sentido aún no son concluyentes. Si bien algunos trabajos abogan por la existencia de capacidad inferencial en algunos animales y, por tanto, la existencia de algún tipo de *conocimiento proposicional consciente* (Beckers, Miller, De Houwer, & K., 2006; De Houwer, et al., 2005), otros sin embargo lo han puesto en cuestionamiento (Povinelli, Bering, & Giambrone, 2000).

Si bien, hemos comentado con anterioridad la existencia de estudios previos al respecto, recientemente, se ha podido confirmar cómo las ratas son sensibles a la extracción de inferencias a partir del procesamiento de la información estimular en condiciones de *subaditividad* –cuando dos claves que se presentan conjuntamente no incrementan el carácter predictor individual respecto a un resultado probable- (se presentaban, en la fase de entrenamiento previo, tres tipos de claves que señalaban de igual manera la presencia del resultado, C+, D+ y CD+) , lo que influye en la debilitación del efecto de bloqueo posterior en el que se emplearon claves que no habían sido utilizadas previamente (Wheeler, Beckers, & Miller, 2008). En otras palabras, la combinación de los ensayos subaditivos indicaba que el resultado de la combinación de dos claves no es aditivo, con lo que los sujetos razonaban que A podía perfectamente ser un predictor del resultado, a pesar de no incrementar la magnitud del resultado final.

El trabajo de Wheeler et al. (Wheeler, et al., 2008) ha añadido un matiz adicional muy importante en esta reflexión sobre la explicación de la causalidad. ¿Realmente debe descartarse la hipótesis asociativa? En sus trabajos basados en diseños de subaditividad, los autores incorporaron sistemas de interferencia en la generalización contextual, entre la fase de pre-

entrenamiento y la fase 1, manipulando las variables presentadas en el escenario de actuación experimental. De este modo pudieron observar que tal cambio situacional generaba una modificación en la capacidad de bloqueo provocada por la tarea de subaditividad. Concluyeron, con ello, que el efecto de subaditividad puede estar generado por la aparición de algún tipo de estructuras asociativas que son transferidas a través de procedimientos de generalización (o fallan al generalizar) a la fase de bloqueo.

Este argumento de la existencia de probables mecanismos de generalización contextual ha sido también explorado más recientemente (Haselgrove, 2010). Su estudio implicaba la utilización de un procedimiento de análisis basado en la regla de aprendizaje asociativo de Rescorla Wagner. Cuestionando fundamentalmente conclusiones resultantes de los trabajos anteriores de Beckers et al. (Beckers, Miller, De Houwer, & K., 2006), Haselgrove ha considerado que aún es pronto para establecer como única modalidad explicativa válida aquella que supone la existencia de un nivel de razonamiento inferencial en la conducta de aprendizaje animal. Considera, en su lugar, que las claves intervinientes comparten uno o varios elementos entre sí; esta característica enlazaría temporalmente los distintos acontecimientos o fases, de tal modo que permitiría la generalización de una relación a un contexto diferente en este caso, el escenario de entrenamiento previo y el de bloqueo.

Este hecho, junto con otras evidencias similares a las que ya hicimos mención, tanto sobre animales como sobre humanos, en las que incluso el efecto de bloqueo ha llegado a desaparecer completamente (Beckers, De Houwer, Pineño, & Miller, 2005) han venido a introducir propuestas explicativas alternativas sobre aprendizaje causal. Así, por ejemplo, Schmajuk y Larrauri (N. Schmajuk & Larrauri, 2008) han explicado también los efectos de aditividad empleando modelizaciones conexionistas, sin tener que recurrir, por tanto, al razonamiento proposicional. Por su parte, Melchers et al. (Melchers, Shanks, & Lachnit, 2008) sugieren que tal explicación vendría dada de la mano de la inducción de cambios alternantes entre el procesamiento elemental y el configural, ya que las distintas especies serían capaces de manejar representaciones de los estímulos y los eventos de manera flexible, bien sea como un todo irreducible, bien como un combinado compuesto por diferentes elementos.

No obstante, pese al carácter prometedor de estos desarrollos, cabe señalar que un punto esencial en el debate investigador gira alrededor de la capacidad de las especies para “manejar argumentos de carácter simbólico representacional” y, cómo estas variables estarían dispuestas en la base operativa de los procesos de razonamiento inferencial. Las personas emplean su capacidad de simbolización lingüística para reconocer y representar el mundo pero ¿y los animales?. Si bien es cierto que la capacidad inferencial requiere una cierta necesidad de manipulación de símbolos y variables (Marcus, 2001) la clave parece estar en si esa capacidad es atribuible a algún tipo de procesamiento de alto nivel similar al que reside en el sistema cognitivo humano (Penn & Povinelli, 2007) o si, por el contrario, los sesgos de juicio en

contextos de maximización y aditividad pueden ser explicados sin recurrir a este nivel de procesamiento (Gallistel, 2002, 2003).

3.9. Teoría Causal Bayesiana.

Con anterioridad, se ha podido anticipar la necesidad actualmente existente en relación a la disponibilidad de un marco teórico explicativo de referencia que pueda poner en relación, con un grado de validez aceptable, la capacidad humana y animal para establecer juicios causales sobre los hechos del mundo y cómo en este empeño, pueden trascender el plano formal asociativo para incorporar procesos de orden superior. En este sentido, el modelo causal bayesiano es posiblemente la explicación formal sobre la inferencia causal humana más potente disponible en la actualidad (Danks, 2005; Gopnik, Glymour, Sobel, Shulz, et al., 2004; V. Hagmayer, Sloman, Lagnado, & Waldmann, 2007).

El marco general de formulación de la teoría bayesiana ha sido la probabilidad condicionada y el Teorema de Bayes. Sean $C_1, C_2, C_i, \dots, C_n$ un conjunto de sucesos mutuamente excluyentes, cuyas probabilidades son conocidas, y B_1, B_2, \dots, B_m , un conjunto de resultados o efectos; la probabilidad de que un efecto, R , se produzca bajo la presencia de una causa dada, A_i , viene dada por la expresión:

$$p(C_1 | R) = \frac{p(R | C_1)p(C_1)}{p(R)}$$

En un segundo momento, conocidas las probabilidades de ocurrencia condicional en la primera etapa de la situación, $p(R_k | C_j)$ de la misma forma, la probabilidad de que un suceso cualquiera se la causa de un efecto dado, siendo las probabilidades independientes e individuales no nulas, será:

$$p(C_i | R) = \frac{p(R | C_i)p(C_i)}{\sum_{j=1}^n p(R | C_j)p(C_j)}$$

3.9.1. Redes causales de Bayes. Características elementales.

El formalismo bayesiano para representar la inferencia causal se origina, a comienzos del siglo XXI en el marco de la ciencia computacional y la estadística (Pearl, 2000; Spirtes, Glymour, & Scheines, 2000; Spirtes, Scheines, Glymour, Richardson, & Meek, 2004). Su transferencia al terreno de la psicología experimental se produce como consecuencia de la necesidad –a la que venimos aludiendo a lo largo de la tesis- de definir una teoría marco satisfactoria en la explicación de los procesos de atribución causal que realizan los humanos, particularmente, en lo referente a la indeterminación producida

en el contexto explicativo tanto de la perspectiva de los sesgos y heurísticos probabilísticos, aparecida a partir de la teoría de los prospectos de Daniel Kahneman (ver *capítulo 1*), como de la posterior corriente teórica denominada *frecuentista*, aparecida algunos años después Gigerenzer (Gigerenzer, 1996a; Gigerenzer & Hoffrage, 1995a).

La idea general que originó esta concepción teórica considera al agente decisor como un *científico intuitivo*, capaz de seguir un proceso de generación, contraste y modificación de hipótesis a partir del reconocimiento de la información contenida en una situación dada. No obstante, la sensibilidad particular de un sistema de procesamiento como el humano tanto a las características físicas, formales, del entorno, como al modo en que se presenta la información, da lugar a la presentación de respuestas diferentes.

Estas respuestas se alejan, en numerosos casos, de la realidad observable y analizable en términos puramente estadísticos. Así, hemos visto que se consideraba que las personas cometían sesgos sistemáticos de decisión en situaciones de aparente irracionalidad (Kahneman & Tversky, 1996) que, bajo ciertas circunstancias, daban lugar a las denominadas ilusiones cognitivas, errores debidos, por ejemplo, a la mala interpretación de la tasa base de un resultado en una situación diagnóstica (Sedlmeier & Gigerenzer, 2001). Consideremos, por ejemplo, un estudio en el que se presentó a una muestra de médicos sobre la estimación de la probabilidad de que una mujer pudiera padecer cáncer de pecho a partir del resultado positivo en una mamografía (Eddy, 1982). La información suministrada establece una tasa del 1% de este tipo de cáncer en la población general, un grado de acierto de alrededor del 80% en la prueba diagnóstica y un porcentaje del 10% de falsas alarmas. Los resultados obtenidos, mostraron que el 95% de los clínicos estimaron que la probabilidad de padecer un cáncer de pecho, dada la información, era de entre el 70 y el 80 por ciento, mientras que la aplicación de la regla de Bayes establece un valor de 7,5%.

Este tipo de observaciones orientaron el reconocimiento de la explicación prospectiva hacia un planteamiento en el que las personas manejaban la información de manera diferente a cómo se consideraba formalmente el procesamiento en la inferencia Bayesiana, negando incluso la presencia de cualquier posibilidad de conexión entre ambas concepciones. Por otro lado, las evoluciones posteriores, particularmente a partir de los desarrollos de Gerd Gigerenzer (Galesic, Gigerenzer, & Straubinger, 2009; Gigerenzer, 1996b; Gigerenzer & Hoffrage, 1995a; Gigerenzer & Strube, 1983; Hertwig & Gigerenzer, 1999) constataron efectos diferenciales entre la presentación de la información en términos probabilísticos y cuando ésta era expuesta a modo de frecuencias. En general, los efectos de tasa base parecían reducirse en este último caso.

Tras este debate teórico los *modelos computacionales* aparecieron en el escenario experimental, a modo de alternativa en la explicación de la inferencia causal humana. Consideran que el propio carácter computacional es “racional” en la medida que ofrece un valor adaptativo al individuo, respecto a las tareas del mundo real y los entornos de actuación. Una característica

singular de este marco teórico explicativo es que la respuesta adaptativa del sujeto está, por tanto, condicionada por ése entono de actividad, por lo que es posible considerar una cierta variabilidad de respuesta racional que actuaría, a modo de repertorio, frente a las condiciones ambientales diversas. Desde este punto de vista, la función adaptativa del individuo sería aquella que posibilite un mayor grado de ajuste respecto a las características del entorno de actuación. Es en este contexto donde el formalismo causal bayesiano se postuló como un nuevo medio para esclarecer la conducta de juicio causal bajo condiciones de incertidumbre (Krynski & Tenenbaum, 2007), superior en cuanto a su capacidad respecto a la explicación inferencial estadística.

Una diferencia cualitativa importante distancia ambas concepciones: mientras que en la explicación inferencial estadística la base de representación de la información regula la conducta del sujeto a través del ajuste del juicio a las estimaciones derivadas de la regla de Bayes –lo que se considera, en sí, como acto racional- y, por tanto, las creencias previas del sujeto pueden ser actualizadas racionalmente a partir de los nuevos datos, en la explicación causal bayesiana las inferencias se realizan respecto a un modelo causal y están sujetas a las restricciones propias de un dominio causal de conocimiento. Una segunda cuestión diferencial derivada de esta primera es que, si bien la explicación estadística parece funcionar explicativamente mejor en situaciones de diseño simple, más propias del laboratorio experimental, dada la capacidad de manejo y control de variables, el marco causal bayesiano permitiría un mayor ajuste a la realidad.

Una realidad mucho más compleja que la del laboratorio, en la que no sólo existe un mayor número de variables intervinientes sino que la influencia de éstas viene condicionada por las particularidades del entorno. Por ello, se ha venido a proponer en los últimos años que la aproximación causal bayesiana tiene un carácter más adaptativo en la explicación de los juicios causales humanos. Considera que éstos pueden ser realizados a partir de un conjunto limitado de información estadística –que evitaría posibles colapsos de procesamiento-, los cuales podrían estar típicamente disponibles en el medio, en el mundo real.

Así, por tanto, los modelos causales de inferencia Bayesiana, lejos de oponerse a los postulados explicativos anteriores, vienen a sostener la existencia de un equilibrio entre la información estadística disponible por el sujeto y el conocimiento que éste puede tener acerca de las relaciones causales entre los eventos relacionados.

3.9.2. Redes causales Bayesianas.

La herramienta formal de representación de los procesos de juicio causal en este contexto argumental han sido las *redes causales bayesianas*, presentadas como un medio para expresar la forma en cómo las personas aprenden y razonan intuitivamente en un entorno de juicio causal (Glymour & Cheng, 1998; Sloman & Lagnado, 2005; Steyvers, Tenenbaum, Wagenmakers, & Blum,

2003; Waldmann, 2001). El grado de adecuación de los estadísticos observados respecto al modelo de representación causal disponible en el individuo marcará la efectividad del juicio respecto a la realidad y, por tanto, su capacidad de adaptación.

Una red bayesiana está representada, en su versión más simple, por un modelo gráfico probabilístico cuyos nodos se corresponden con variables que representan, a su vez, eventos o estados del mundo, siendo las conexiones entre los nodos las que expresan las relaciones causales (Pearl, 2000). El conjunto de parámetros asociados con cada nodo define la *distribución de probabilidad condicional* (DPC) para la variable a la que representa. Sus valores están condicionados por las conexiones que, a su vez, mantiene procedentes de otros nodos. De este modo, una red de este tipo expresa el modo en que unos efectos potenciales pueden depender probabilísticamente de unas causas potenciales. Algunos ejemplos característicos de estructuras de red bayesiana son el diseño de causa común, el de efecto común y el de cadena causal (Figura 15).

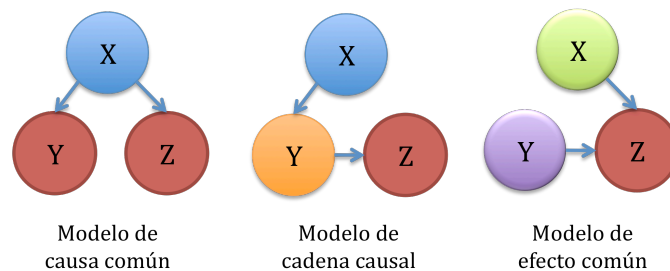


Figura 15. Descripción de tres diseños posibles en la construcción de la inferencia causal Bayesiana. En el modelo de causa común, el nodo X establece una relación causal con dos efectos posibles, Y y Z; en el modelo de cadena causal, la representación de una causa candidata, C produce un efecto, Y que a su vez es causa de un subefecto, Z; en el modelo de efecto común, dos causas, X e Y, producen el mismo efecto, Z. (Danks, 2006; Penn & Povinelli, 2007).

El producto de las DPC asociadas con cada nodo define, a su vez, una distribución de probabilidad conjunta sobre las variables que componen el sistema. La manipulación computacional, de acuerdo con la regla de Bayes, de esta distribución de probabilidad conjunta producirá el juicio probabilístico correspondiente, como respuesta al procesamiento global del sistema.

Cuando un sujeto se enfrenta a una tarea de juicio, debe ejecutar al menos tres procesos diferenciados:

- construcción de un modelo causal.
- establecimiento de los parámetros del modelo.
- realizar un proceso o un conjunto de procesos de inferencia probabilística de las variables candidatas, a través de la aplicación de procedimientos de inferencia bayesiana, sobre el modelo general representado.

Para la facilitación de la comprensión del diseño de inferencia casual bayesiana, hilando con un ejemplo ya utilizado con anterioridad en esta tesis, Krynski y Tenenbaum (Krynski & Tenenbaum, 2007) diseñaron un experimento (experimento 1) a partir de un escenario en el que los participantes debían juzgar la probabilidad de que una mujer recibiera una mamografía con un diagnóstico de cáncer de pecho. La información, así como la representación gráfica de las tres fases del proceso se describen seguidamente.

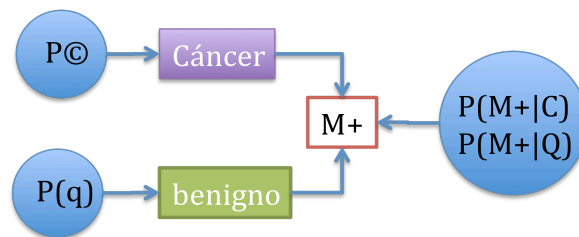
La siguiente información disponible sobre las mujeres a la edad de 60 años se extrae a partir de una campaña de exploración mamográfica, cuyo objetivo es identificar posibles tumores en el tejido de la mama a través de los rayos-X:

-Un 2% de las mujeres padecen cáncer de mama en el momento de la exploración. La mayoría de ellas recibirán un resultado positivo en el informe de la mamografía realizada.

-Hay un 6% de posibilidades de que una mujer sin cáncer de mama tenga un denso quiste denso pero inofensivo, similar a la presencia de un tumor canceroso, el cual originará un resultado positivo en el informe de la mamografía.

-Suponga que una mujer de 60 años recibe un resultado positivo durante la realización de una mamografía rutinaria. Sin conocer otros síntomas, ¿qué posibilidades tendrá de padecer un cáncer de mama?

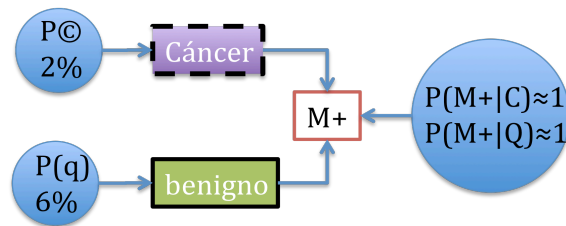
Definiendo la probabilidad buscada como $P(fp)$ –probabilidad de obtener un falso positivo–, el primer paso descrito se dirige a la construcción de un modelo causal que ponga en relación las variables intervinientes. La información suministrada establece la existencia de dos causas potenciales de un informe diagnóstico positivo, cuyo gráfico ilustrativo podría expresarse de la siguiente manera:



donde $p©$ es la probabilidad asociada al cáncer y $p(q)$ la probabilidad asociada a un quiste benigno, siendo $P(M+|C)$ y $P(M+|Q)$ las probabilidades condicionales de padecer un cáncer o un tumor benigno al recibir un dictamen positivo en la prueba de exploración. Es de resaltar que la información necesaria para la identificación de los candidatos causales puede estar disponible en el entorno, como es el caso del ejemplo respecto al quiste benigno, o bien puede formar parte del conocimiento ya disponible previamente por el individuo, como puede ser, probablemente, el caso de la relación entre el cáncer el resultado positivo en la mamografía.

El segundo paso consiste en la asignación de parámetros a cada una de las relaciones de causalidad posibles. En este caso, esta información de tipo estadístico proviene de la tasa de ocurrencia observada en la tarea de juicio, es

decir, la tasa base del cáncer de mama es un 2% mientras que la del tumor benigno es de un 6% -considerando la prácticamente nula probabilidad de la conjunción causal-.

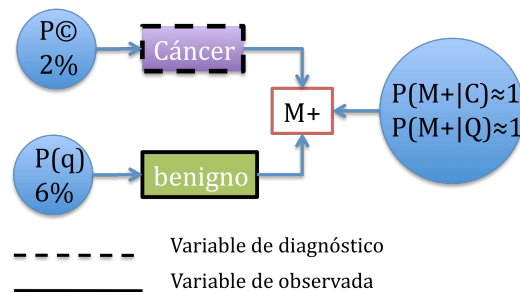


Además, es necesario considerar la relevancia de la información generada respecto al propio escenario de decisión, con objeto de computar posibles efectos alternativos, tales como la medida o intensidad en la que los efectos dependen de sus causas. En este sentido, deben cumplirse una serie de condiciones elementales (P.W. Cheng, 1997; Pearl, 1988):

- Para que el efecto tenga lugar, la causa tiene que estar presente.
- Las causas concurrentes actúan de manera independiente respecto a su capacidad de generar un efecto.
- Las causas candidatas deben tener una energía o capacidad suficiente para provocar el efecto.

Asumiendo en el ejemplo presentado que ambas causas actúen con un valor probabilístico cercano a 1, la estructura representacional básica puede considerarse lista para que tenga lugar el desarrollo de la tercera fase del proceso, esto es, la construcción de la inferencia.

En esta última fase, la respuesta más adecuada en relación al posible juicio causal, dada una variable candidata y el conocimiento disponible tanto sobre ella como de otras posibles alternativas, viene determinada por la prescripción del *razonamiento bayesiano*:



$$P(C|M+) \approx \frac{P(C)}{P(C) + P(Q)} = \frac{2\%}{2\% + 6\%} = 25\%$$

A diferencia de los modelos explicativos anteriores, los modelos de inferencia causal bayesiana se caracterizan por su capacidad para reflejar el grado de

sensibilidad situacional del sujeto respecto a la organización de la representación causal del entorno de decisión. Así, un mismo valor estadístico será ajustado, en el proceso de construcción de la inferencia, de acuerdo al modelo de interacción que representa a las variables intervinientes. Y este modelo dependerá, a su vez, al menos del conocimiento disponible previamente respecto a cómo se organizan las posibles candidaturas causales.

Recuperando la representación gráfica mostrada anteriormente (Figura 15), una persona puede establecer tres escenarios de juicio diferentes, a partir, por ejemplo, de la información producida en una situación en la que se presentan dos alternativas de modo de vida, una consistente en no tener hijos y otra, convivir con un alto nivel de estrés, como posibles causas candidatas en la generación de un cuadro de cáncer de mama. Bajo estas circunstancias, la asignación de parámetros a las variables que describen los nodos causales de la red dependen del modelo, según se describe gráficamente en la Figura 16. Así por ejemplo, el modelo sugerido en el sujeto condiciona la selección crítica de la representación condicional de la relación entre ausencia de descendencia como causa de la generación de estrés en *1b*, mientras que en *1c* no aparece y en *1a* su carácter es inverso, esto es, lo relevante para la elaboración de una propuesta inferencial causal es la probabilidad de que una persona con estrés no pueda tener hijos.

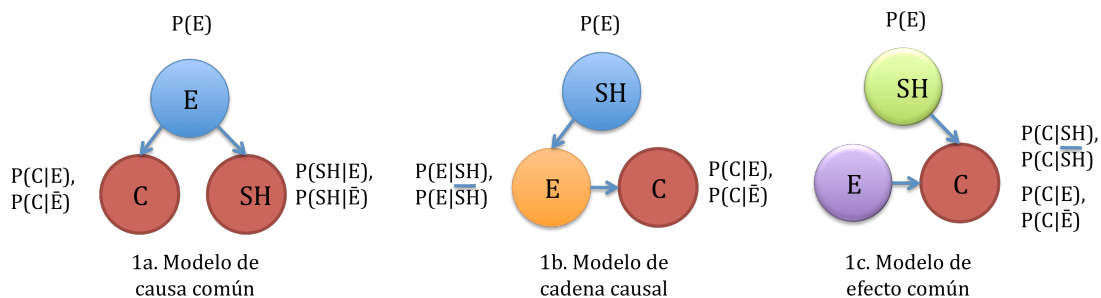


Figura 16. Asignación condicional de parámetros en la representación causal, dependiendo del modelo de representación de las interacciones causales. E, C y SH representan, en general, los eventos probables (en particular, E=Nivel de alto estrés; C=Cáncer; SH=estilo de vida sin descendencia).

Desde este tipo de modelos de inferencia causal bayesiana se argumenta que las personas inician su proceso inferencial a partir de una estructura representacional inicial y tan sólo modifican el patrón mental si los datos observados contradicen directamente el modelo inicial. La estructura inicial es seleccionada a partir de su capacidad heurística de procesamiento. En lugar de considerar los procesos como prospectivos, en la busca de la mejor opción, el proceso, una vez iniciado, sigue su curso hasta que, en algún punto de su elaboración, pueda ser rechazado.

3.9.3. Intervención y asociación. Influencia sobre la inferencia causal.

El formalismo de redes causales de Bayes (en adelante, RCB) establece críticamente una distinción entre *predicciones de intervención* y *predicciones de observación* (Danks, 2006; V. Hagmayer, et al., 2007; Spirtes, et al., 2000). Esta distinción fue rechazada ampliamente en la literatura psicológica de las décadas anteriores; sin embargo, en la actualidad, existe una suficiente evidencia empírica sobre los efectos diferenciales de ambos tipos de influencia sobre la inferencia causal (Gopnik, Glymour, Sobel, Schulz, et al., 2004; Lagnado & Sloman, 2004; Sobel & Kushnir, 2006). Las intervenciones se generan, a modo de un proceso depurativo, a partir de causas externas independientes que establecen el valor de cada uno de los nodos, de tal manera que se bloquea la posibilidad de que otras posibles influencias causales intervengan sobre ése nodo en cuestión.

Las intervenciones suponen la presentación al sujeto aprendiz de información explícita sobre la probabilidad condicional necesaria para alcanzar el aprendizaje causal. Por ejemplo, ofrecen información anticipatoria en forma de prioridad temporal de los eventos, respecto a su capacidad causal o efectora. Las predicciones observacionales suponen, por el contrario, el procesamiento informativo a partir del análisis covariacional del entorno. Algunas investigaciones han puesto de manifiesto que las personas tratan tanto sus propias manipulaciones como las que observan en los demás sujetos como actos de intervención, con lo que aprenden mejor las relaciones causales a partir de ellos que a partir únicamente de los datos observacionales (Kushnir, Gopnik, Shultz, & Danks, 2003).

3.10. Interacción entre percepción e inferencia causal.

Al iniciar este capítulo de la tesis representamos las distintas modalidades que toma la cognición causal, a saber, percepción, inferencia y razonamiento. La investigación, se comentó en los apartados subsiguientes, ha tratado de desentrañar las características esenciales de cada una de ellas. En particular, dado el interés en relación con los propósitos de este trabajo, tanto la percepción causal como la inferencia causal han dado lugar a amplios y diversos conjuntos experimentales, la mayoría haciendo un tratamiento por separado en el análisis de los procesos implicados en cada nivel. Con ello, aún queda probablemente mucho trabajo por hacer en relación al efecto combinado de ambos niveles, cuestión que trataremos en este punto, especialmente, dada su relevancia posterior en el tratamiento del experimento 2 de esta tesis. En particular, actualmente se desconoce, por ejemplo, en qué medida un nivel de procesamiento es necesario para el segundo –tanto a nivel evolutivo como cognitivo- o si, por el contrario, ambos deben considerarse como niveles de procesamiento autónomos.

En efecto, las interacciones entre ambos niveles exhiben una particular complejidad, especialmente cuando la determinación de la capacidad causal de un candidato ha de realizarse en un contexto en el que la temporalidad es una variable interviniente (Danks, in press). Imaginemos que la presión de una tecla en el ordenador genera la aparición de una clave en la pantalla con una demora de tres segundos. Si un sujeto presiona la tecla, activará la rutina de programación correspondiente y el contador temporal se iniciará; si durante el intervalo operativo de los tres segundos, la tecla vuelve a ser presionada, imaginemos, coincidiendo con el final del lapso temporal, al cabo de tres segundos, la “sensación” –dicho en términos coloquiales- o la *percepción causal* del sujeto le indicará que la segunda presión es la causa, dada la contigüidad temporal existente entre clave y efecto. En cambio, la inferencia causal o lo que es lo mismo, el razonamiento, indicará que la causa es la primera presión de la tecla.

Existe evidencia empírica sobre la capacidad humana para controlar el impulso perceptivo, mediante el procesamiento superior de la información obtenida. Esta capacidad no parece, sin embargo, estar presente en niños menores de siete años (Schlottmann, 1999). En este sentido, puede decirse que el conocimiento que los sujetos tienen acerca de la temporalidad de los acontecimientos del mundo, de cómo se comportan en relación a su interdependencia causal, puede ser inferido incluso aunque exista una dilación significativa entre la causa y el efecto posibles {Buehner, 2001; Buehner, 2002; Buehner, 2003}. Por el contrario, la percepción causal de los individuos adultos no está influenciada por este conocimiento previo sobre la temporalidad; sin embargo, la distancia física, en términos espaciales, sí influye en su capacidad de reconocimiento de una probable relación causal, de tal modo que los eventos presentados espaciotemporalmente de forma contigua siempre son percibidos causalmente mientras que, al separarlos, no. El procesamiento temporal en la inferencia causal influye en el ajuste del conjunto de candidatos causales posibles, pero no interviene en la modificación de la percepción causal (Y. Hagmayer & Waldmann, 2002)

3.11. Aprendizaje, Consciencia y Contingencia.

En 1974 William F. Brewer (Brewer, 1974) planteó por primera vez la idea de que el proceso de condicionamiento estuviera determinado por la consciencia del sujeto acerca de la *contingencia*. Otros estudios posteriores parecieron confirmar esta hipótesis inicial (Bellebaum & Daum, 2004; Knuttnen, Power, Preston, & Disterhoft, 2001; Lovibond & Shanks, 2002), no pudiendo obtener evidencia de la presencia de condicionamiento en ausencia de conciencia contingente. No obstante, otros estudios recientes sí parecen haberla constatado, aunque no puede decirse aún que el peso de esta evidencia esté consolidado. Así, mientras que (C. N. Smith, R.E., Manns, & Squire, 2005) identificaron la presencia significativa de un condicionamiento demorado en sujetos que fueron catalogados como no conscientes de la relación contingente entre el EC (ruido) y el EI (soplo en el párpado), estudios posteriores no

encontraron este tipo de evidencia (Weidemann, Tangen, Lovibond, & Mitchell, 2009). Estos resultados parecieron confirmar la necesidad de que las personas entrevistadas tuvieran algún tipo de conciencia para provocar una situación de aprendizaje condicionado.

En este marco de desarrollo, un elemento adicional ha venido a constituirse como foco de especial interés en la comprensión del aprendizaje: la capacidad implícita de los sujetos para aprender a partir de situaciones de condicionamiento. En este sentido, la aparente necesidad de disponer de una conciencia implícita en la determinación del aprendizaje ha sido analizada experimentalmente a través de un conjunto de trabajos sobre el *miedo condicionado*. Entre las constataciones más sobresalientes, cabe destacar la evidencia de la capacidad de respuesta de los sujetos más allá de la percepción o el reconocimiento de la relación contingente entre EC y EI. Así, por ejemplo, (D. C. Knight, Nguyen, & Bandettini, 2003, 2006; D. C. Knight, Waters, & Bandettini, 2009) diseñaron una tarea experimental de condicionamiento demorado en la que los estímulos condicionados podrían generar una descarga eléctrica, midiendo la respuesta condicionada en términos de variaciones en el nivel de conductancia dermal. Particularmente interesantes fueron sus hallazgos, que identificaban la presencia de cambios en ésta aún cuando las personas no evocaban percepción alguna sobre la expectativa de aparición de los EI, en relación con la presentación de los EC, esto es, su respuesta física evidenciaba una reacción al tiempo que su capacidad de análisis consciente de la misma, no mostraba una consideración de juicio positivo. Si bien estos resultados no se han hallado en situaciones de *condicionamiento de traza*, parecen prometedores. No obstante, aún no son concluyentes. Otros trabajos más recientes han constatado la necesidad de conciencia para la presencia de condicionamiento (Cornwell, Echiverri, & Grillon, 2007; Weike, Schupp, & Hamm, 2007).

La conciencia de la contingencia parece un hecho necesario constatado también a lo largo de la investigación sobre condicionamiento evaluativo. En este tipo de diseños, se asocian pares de estímulos en función de su agradabilidad, de tal modo que un estímulo que inicialmente era considerado neutro por el sujeto es emparejado con un estímulo declarado como atractivo. Bajo estas circunstancias, las presentaciones sucesivas de los pares respectivos generan procesos condicionados de la atractibilidad, del estímulo inicialmente atractivo al inicialmente neutro. Las conclusiones generales de estos trabajos coinciden en afirmar la existencia de condicionamiento en las situaciones en las que las personas mostraron tener conciencia de la relación entre los emparejamientos y la generación de representaciones atractivas sobre el estímulo neutro (Dawson, Rissling, Schell, & Wilcox, 2007; Dickinson & Brown, 2007; Pleyers, Corneille, Luminet, & Yzerbyt, 2007; Stahl, Unkelbach, & Corneille, 2009; Wardle, Mitchell, & Lovibond, 2007).

En 1985 Pierre Perruchet diseñó un experimento de reforzamiento parcial al 50%, en el que se mostraron resultados que proponían la posible constatación de la existencia de un nivel implícito de aprendizaje (Perruchet, 1985). Según su planteamiento, cuando se producía una cadena de ensayos no reforzados la RC se debilitaba con el paso del tiempo, mientras que, por el contrario, la

expectativa sobre la aparición de la consecuencia se incrementaba, también paulatinamente; la situación opuesta sucedía en el caso contrario. Lo mismo sucedió en el caso del contraste respecto a los tiempos de reacción; en los ensayos con ausencia de reforzamiento, la expectativa del resultado era alta – falacia del jugador- mientras que el tiempo de respuesta se prolongaba. Este efecto, conocido desde entonces como *efecto Perruchet*, ha sido puesto en cuestión con posterioridad (Miles, Proctor, & Capaldi, 2009; Shanks, 2010), bien por la necesaria consideración de que los efectos aparentes de disociación observados se debieran a variables de ejecución de los sujetos – fundamentalmente de tipo motor, relacionados con el procesamiento de la respuesta de presión por parte del sujeto- o también en relación a la necesaria búsqueda de alternativas explicativas al efecto, dado que si bien su existencia es claramente robusta, los hallazgos experimentales no demuestran con claridad que tales resultados sean debidos a la existencia de esta disociación, por un lado un nivel inconsciente que generaría la respuesta condicionada y, por otro, un nivel consciente independiente relacionado con la expectativa del resultado (Weidemann, et al., 2009).

En definitiva, en la actualidad puede decirse que la investigación general sobre aprendizaje revela una relación estrecha con la conciencia de la contingencia experimental (Shanks, 2010), y que, en segundo lugar, a pesar de que la manipulación de las creencias de los sujetos juegan un papel crítico en la forma en que éstos adquieren la información del entorno y configuran sus representaciones, las consideraciones emergentes en el plano asociativo siguen siendo fundamentales en la explicación del aprendizaje. Sin él, la conceputalización del aprendizaje causal como una sustancia de tipo esencialmente inferencial pierde sentido. Tal es el caso que nos lleva a pensar en si realmente las explicaciones duales tienen la suficiente consistencia empírica como para suponer una base clara en la tarea explicativa presente y futura sobre aprendizaje y decisión. En su lugar, algunos otros conjuntos experimentales plantean, como hemos expresado, la necesidad de continuar indagando en los marcos asociativo y, en los últimos años, conexionista, como alternativas necesarias en el análisis de estos procesos.

Con todo, la capacidad de reconocimiento de la contingencia de reforzamiento constituye, en el momento actual, un eje fundamental a debate en el terreno experimental. Su papel crítico en la modelización del aprendizaje y, por tanto, en la capacidad de juicio y representación humanas constituye, por ello, un objetivo de análisis fundamental en el desarrollo de esta tesis. Por ello, en el siguiente capítulo, intentaremos profundizar en el conocimiento del conjunto investigador en un campo, sin duda alguna a estas alturas del desarrollo, como es el conocimiento de los principios de conducta que regula la representación de la contingencia y su papel mediador en la decisión compleja humana.

CAPÍTULO 4. CONTINGENCIA Y APRENDIZAJE.

“.... And, indeed, there are many Things which made me believe, that the Comet which Apian observ’d in Year 1531, was the same with that which Kepler and Longomontanus more accurately describ’d in Year 1607; and which I my self have seen return, and observ’d in the Year 1682. All the elements agree, and nothing seems to contradict this my Opinion, besides the Inequality of the Periodics Revolutions.”

Primera predicción sobre el regreso del Cometa. E. Halley, Gregory’s Astronomy, pág. 900)

“You see therefore an agreement of all the Elements in these three, which would be next to a Miracle if they three different Comets... Wherefore, if according to what we have already said it should return again about the year 1758 candid posterity will not refuse to acknowledge that this was first discovered by an Englishman.”

E. Halley, 1752, Astronomical Tables, London.

Edmond Halley (1656-1742) es, con toda seguridad, uno de los mayores intelectuales que ha tenido la Historia humana. Filósofo, matemático, marino y geómetra, ocupó, con todo reconocimiento la *Savilian Chair of Geometry* de la Universidad de Oxford, cuando por entonces ya era el segundo *Astrónomo Real*, además de *Secretario* de la *Royal Society* de Londres.

Su figura, su talento incuestionable, probablemente ensombrecido por el genio de Isaac Newton, del que Halley fue mentor, colaborador y defensor, destacaron pronto en el escenario intelectual de la época. De hecho, él fue el editor y revisor de la obra principal de Newton, *“Principia Mathematica”*, a quien, de manera entusiasta y paciente animó una y otra vez para que fuera una realidad.

Movido por su incesante curiosidad, emprendió varios viajes por mar con la intención de recopilar observaciones astronómicas y realizar un mapa cartográfico del *campo magnético* de la Tierra. En 1705 se publicó su “Sinopsis de la Astronomía de los Cometas”, texto que incluye una predicción, relacionada con un cometa observado en 1682, sugiriendo su nueva aparición en 1758.

Transcurría el año 1695, Halley se encontraba realizando los cálculos necesarios sobre las órbitas de un conjunto de cometas con el fin de incluirlos en el *Principia Mathematica* de Newton, cuando se percató de una *regularidad*: los cometas que habían surcado la bóveda celestial en los años 1531, 1607 y 1682 describían, en su recorrido, trayectorias muy similares. Además, el lapso

temporal entre estas apariciones era de aproximadamente 76 años. La observación de esta *covariación* le permitió pensar en la probabilidad de ocurrencia del suceso, en fechas próximas a la realización de la observación.

En efecto, Newton ya había constatado que los cometas podían describir órbitas correspondientes a las diferentes secciones cónicas, esto es, *parábolas*, *hipérbolas* y *elipses*. Este conocimiento sirvió para que Halley, una vez reconocida e identificada la fuente probable de covariación, pudiese realizar una inferencia trascendental: si la órbita de los cometas fuese parabólica, los tres eventos observados tendrían, en realidad, que ser tres cometas diferentes; pero si la órbita que describen es elíptica, el cometa regresaría siguiendo un período estable –correspondiente al lapso temporal entre las apariciones–, con lo que estaríamos ante tres manifestaciones distintas de un mismo suceso. Esta *inferencia causal* a partir de la observación de la *contingencia*, permitió a Sir Edmond Halley predecir la aparición del cometa que hoy lleva su nombre.

4.1. Introducción. La observación de la contingencia como base psicológica para la adaptación.

La capacidad humana para percibir el control de sus actos en una situación dada se define, al menos, por la estrecha relación entre su capacidad mental de representación y la dinámica relacional entre el individuo y el entorno de actuación, algo que podríamos considerar igualmente como el entorno de aprendizaje. En este sentido, la percepción de la contingencia entre acontecimientos del mundo constituye una piedra angular de la explicación de los fenómenos de aprendizaje asociativo y, por ende, de los procesos de condicionamiento.

La contingencia aparece a lo largo de un continuo de interacción entre el sujeto y el mundo, a partir del cual –en particular, de la repetición de ensayos similares y sucesivos temporalmente– un sujeto puede extraer regularidades gracias a la capacidad de organización representacional de su mente. Este proceso –o conjunto de procesos– posibilitan la adaptación del individuo al entorno, en la medida en que el resultado de la interpretación de los datos contingentes permite establecer criterios orientados y propositivos de decisión y acción ajustados a los requerimientos de esa situación. En particular, la posibilidad de reconocer la forma en que los acontecimientos del mundo covarían se convierte en una fuente esencial de aprendizaje por dos motivos: nos permite realizar predicciones respecto al futuro y nos permite adaptar nuestro patrón de conducta a las necesidades del entorno. Un entorno también cambiante. El individuo aplica entonces sus capacidades heurísticas para realizar procesos de ajuste que, si bien en un contexto puramente normativo, podrían parecer irracionales (ver capítulo 1), se justificarían en aras a satisfacer características propias de un entorno natural como el que vivimos (Gigerenzer, 2000; Oaksford & Chater, 1998).

Quizá uno de los acontecimientos más fascinantes o, al menos, de mayor significación en las últimas décadas en el campo de la ciencia psicológica ha estado marcado por la incorporación de la contingencia a la explicación de los fenómenos causales y decisionales del ser humano, un ser humano que aprende, más allá de su capacidad consciente, a partir de la experiencia. El interés suscitado tuvo, como punto de partida, su origen en la búsqueda de estos canales explicativos del proceso de constitución de la representación contingente y si éstos podrían ser, a su vez, compartidos tanto por la especie animal como por la humana.

De este modo, el curso investigador de esta tesis nos trajo, por diversos caminos intelectuales, a poner nuestro foco fundamental de atención sobre el proceso de generación de la representación de la contingencia, hecho singular que, sin duda, otorga identidad particular al mecanismo por el cual un individuo gestiona la información del mundo que le rodea.

4.2. El estudio de la contingencia humana.

En 1979 Lauren B. Alloy y Lyn Yvonne Abramson presentaron a la comunidad científica internacional un trabajo sobre la respuesta diferencial de los individuos afectados por cuadro depresivo frente a individuos sanos respecto al juicio de contingencia (L. B. Alloy & Abramson, 1979). Este trabajo pionero constataba cómo las personas depresivas eran menos sensibles al efecto de los sesgos interpretativos de la decisión causal, frente a los sujetos sanos, lo que permitió abrir una vía de búsqueda de conocimiento en relación a cuáles podrían ser los procesos cognitivos subyacentes y cómo éstos podrían influir, a su vez, en el proceso de condicionamiento y aprendizaje asociativo.

En los años posteriores, David R. Shanks, junto con Anthony Dickinson y John Evenden iniciaron un proceso investigador encaminado a establecer los paralelismos posibles entre los efectos de aprendizaje selectivo y su proyección sobre la variación del juicio contingente humano (algo que posteriormente pudo constatarse que no era una relación cierta) (Dickinson, Shanks, & Evenden, 1984; Shanks, 1987; Shanks & Dickinson, 1986). Sin embargo, el hecho más reconocido de este trabajo fue sugerir por primera vez un análisis asociativo de los juicios predictivos de los participantes.

Durante esta década, buena parte de los desarrollos empíricos buscaron la oportunidad de transferir los hallazgos realizados en el campo de la psicología animal a la especie humana, en esta consideración del paralelismo procesual. Además, una inmensa variedad de investigaciones se desarrolló bajo el amparo de la formulación del modelo de Rescorla-Wagner (R.A. Rescorla & A.R. Wagner, 1972), señalando, como marcador fundamental en la capacidad de juicio predictivo de una señal que la atribución de un resultado dependía del valor asociativo de la relación en un ensayo dado. Es en este espacio de representación donde se asumía la integración interactiva de las claves en la representación de la probabilidad del resultado y donde se debían producir

procesos de nivel selectivo respecto a las claves intervinientes (Dickinson, et al., 1984). No obstante, los modelos asociativos parecían contener puntos de debilidad explicativa, en particular, respecto a los efectos de interacción de claves, en casos en los que alguna de éstas está ausente en el escenario de actuación y, sin embargo, podía tener algún tipo de impacto sobre la capacidad predictiva del resultado. Es en estos casos, donde se hacía aparentemente necesaria una cierta capacidad de reevaluación retrospectiva, donde la presencia de propuestas alternativas comenzó a tener una importancia creciente.

Los años que siguieron permitieron la aparición de reformulaciones del modelo RW encaminadas a recoger la esencia de este conjunto de fenómenos pendientes de explicación, tales como el bloqueo hacia atrás, la recuperación del ensombrecimiento, y la inhibición retrospectiva condicionada (Dickinson & Burke, 1996; Van Hamme & Wasserman, 1994), con modelos ya referidos en anteriores momentos de esta tesis, como el SOP (A.R. Wagner, 1981) o sus desarrollos ulteriores, como es el caso del MSOP (Aitken & Dickinson, 2005).

Sería a lo largo de estas décadas posteriores cuando, paulatinamente, los resultados derivados del aprendizaje humano comenzarían a dar sus frutos en lo relacionado con la conducta animal (Beckers, Miller, De Houwer, & Urushihara, 2006; Miller & Matute, 1996). Entre las propuestas concurrentes en este tiempo cabe señalar la aparición del modelo del *comparador computacional*, que describía el proceso de interacción de claves sin necesidad de recurrir a la existencia de asunciones previas sobre la efectividad de un resultado (tanto el modelo RW como el SOP o sus derivados, definían la interacción de claves en términos de error en el aprendizaje). En su lugar, consideraba que las decisiones causales o interpretativas sobre las claves se realizaban mediante una comparación de las fuerzas asociativas de cada clave, cuyo carácter había sido aprendido de manera independiente (Baetu, Baker, Darredeau, & Murphy, 2005).

Entre los motivos fundamentales que despertaron el creciente interés por el análisis de la contingencia, podríamos citar tres de especial relevancia: por un lado, la exploración de los fenómenos de bloqueo, ya explicados en los capítulos precedentes de la tesis, particularmente en el contexto de los procesos de condicionamiento explicativo, cuyo interés reforzado surgió a partir de la aparición de las teorías de aprendizaje asociativo (N. J. Mackintosh, 1975; Rescorla, 1979); en segundo lugar, la aparición simultánea de las corrientes explicativas conexionistas (Hinton & Anderson, 1989; McClelland & Rumelhart, 1981); en tercer lugar, la aparición de estudios emergentes sobre la relevancia de determinados niveles de procesamiento superior en el establecimiento de juicios causales (Waldmann & Holyoak, 1990), originó, como ya se ha venido planteando en los capítulos anteriores, un marco de pensamiento alternativo al estrictamente asociacionista, incorporando el estudio de la contingencia como el centro fundamental en la construcción de la representación mental necesaria para predecir causalmente un resultado a partir de la experiencia pasada.

Estos trabajos iniciales se desarrollaron motivados principalmente por la observación de la respuesta diferencial, en los juicios causales, dependiendo del tipo de formulación experimental contenida en la información verbal presentada. Así, por ejemplo, Vadillo et al. (Vadillo & Matute, 2005; Vadillo, et al., 2005) constataron que los valores de juicio no eran iguales en formulaciones causales, de valor predictivo o predictivas, de tal modo que, si bien las dos primeras dependen de la contingencia entre clave y resultado, las tasas de juicio predictivo dependerían de la probabilidad del resultado. Así mismo, este conjunto de asimetrías vendría reforzado también por la aparente necesidad de considerar la existencia de estructuras de procesamiento subyacentes diferentes. Así, pudo observarse que el efecto de interacción de claves es mayor en un escenario de tipo causal que en uno predictivo, lo que significaba que las causas tenían una mayor capacidad potencial de interacción que los predictores (Pineño, 2005).

La consideración de la respuesta verbal como variable dependiente sirvió de contenedor, quizá artificial, del debate clásico que intentó distinguir entre procesos de tipo inconsciente, cuyo carácter parecía ser particularmente asociativo, y procesos de tipo consciente, cuya esencia pertenecía al dominio del simbolismo representacional cuyo marcador principal era el lenguaje humano. La aparición progresiva de diseños experimentales que utilizaban otras modalidades de análisis de la variable independiente, de tipo no verbal, como por ejemplo era la presión predictiva sobre un pulsador, pusieron de manifiesto la necesidad de profundizar de otra manera en el tema de los procesos subyacentes a la contingencia (Lovibond & Shanks, 2002; Shanks, 2007).

4.3. Teorías estadísticas en el estudio de la contingencia.

Las teorías estadísticas de aprendizaje se desarrollaron inicialmente como un intento particularmente prometedor en la explicación del aprendizaje humano de situaciones en la que dos o más eventos concurren, a partir del procesamiento de las contingencias subyacentes (Piñeno & Miller, 2007). En este contexto, la contingencia se refiere a la covariación entre dos o más variables binarias, de valor discreto, a modo de un caso particular del aprendizaje correlacional.

Los primeros estudios sobre contingencia y aprendizaje causal humano se encaminaron al análisis de la sensibilidad de los participantes a las diferencias de contingencia. Así, por ejemplo, el estudio pionero de Jenkins y Ward (Jenkins & Ward, 1965) estableció esta relación en diseños instrumentales de aprendizaje (respuesta-resultado). Desde entonces la sensibilidad de los sujetos a las variaciones de la contingencia ha sido ampliamente contrastada (Chatlosh, Neunaber, & Wasserman, 1985; E.A. Wasserman, 1990; E. A. Wasserman, Elek, Chatlosh, & Baker, 1993; E.A. Wasserman, Kao, Van Hamme, Katagiri, & Young, 1996).

4.3.1. Modelos estadísticos de contingencia.

Por el interés en relación con el objeto de la presente tesis se detallarán a continuación algunos aspectos fundamentales de los modelos explicativos más relevantes sobre el proceso de contingencia humana.

4.3.1.1. Índices de las tablas de contingencia 2x2.

Las relaciones probables entre los sucesos descritos en la tabla de contingencia no se restringen a la covariación, sino que pueden incluir otro tipo de fenómenos tales como la precisión en la predicción (p. ej., en la predicción meteorológica) o las relaciones entre estímulos y respuesta (p. ej., memoria de reconocimiento y respuestas perceptivas) (Hattori & Oaksford, 2007). Así, todas estas posibilidades han venido a inscribirse en el seno de dos categorías posibles:

- a) estudios normativos de medidas en psicología, estadística, epidemiología, ciencias médicas y meteorología, donde las relaciones estudiadas han sido etiquetadas con términos como “acierto en la predicción”, “acuerdo”, “asociación” o “correlación”.
- b) estudios descriptivos de tipo psicológico realizados sobre juicio animal o humano, o sobre aprendizaje. Las relaciones estudiadas tienen, en estos casos, un reconocimiento en términos de “causalidad”, “contingencia”, “correlación” o “covariación”.

Desde los orígenes de la investigación sobre la contingencia, son numerosos los índices propuestos para intentar determinar la forma en que los sujetos realizan juicios o aprenden. Algunas características diferenciales sobresalen en una primera observación, de entre todos ellos:

- a) algunos índices son simétricos, mientras que otros no lo son.
- b) algunos modelos desarrollados para describir la conducta humana y animal incluyen parámetros de ajuste, como por ejemplo *el modelo Δp ponderado* (L.G. Allan, 1993; Anderson & Sheu, 1995), *el modelo R-W Rescorla* (R.A. Rescorla & A.R. Wagner, 1972) o *el modelo de combinación lineal ponderada* (Schustack & Sternberg, 1981).
- c) también varía el rango descriptivo de los índices. Mientras que unos establecen un entorno desde 0 a ∞ , otros tienen rangos limitados (p. ej., entre 0 y 1); además, algunos son sensibles a tamaños muestrales (p. ej., χ^2), otros índices no lo son (como es el caso del correlacional, Φ).

4.3.1.2. La regla Δp e índices relacionados.

Quizá por su claridad interpretativa, el modelo Δp ha sido el que ha tenido una mayor acogida en la comunidad científica (L.G. Allan & Jenkins, 1980). Inicialmente propuesto como un modelo de representación del patrón posible de interacción entre dos eventos, su formulación más simple se expresa en una matriz de contingencias con cuatro alternativas entre clave y resultado (Tabla 7).

	Resultado presente	Resultado ausente
Clave presente	A $p(a)$	B $p(b)$
Clave ausente	C $p(c)$	D $p(d)$

Tabla 7. Matriz de contingencias 2x2 en la que se aprecian las distintas combinaciones posibles de clave y resultado (A, B, C y D, respectivamente), así como las frecuencias asociadas [$p(a)$, $p(b)$, $p(c)$ y $p(d)$].

El algoritmo computacional de la regla queda descrito mediante la ecuación general:

$$\Delta p = \frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d} = P(R|C) - p(R|\bar{C})$$

esto es, la contingencia se establece entre la diferencia de probabilidades cuando se presenta el resultado y la clave está presente menos la probabilidad de que la clave no aparezca y se presente el resultado. Esta diferencia de probabilidades condicionales se sitúa, como puede fácilmente deducirse, en el rango comprendido entre los valores de -1 y +1, siendo los valores negativos aquellos que se refieren a las contingencias negativas y los positivos, a las contingencias positivas..

Los antecedentes de la regla delta ya fueron planteados en otros ámbitos del análisis experimental. Así, el índice Δp equivale a un parámetro empleado en la determinación del grado de fiabilidad de la memoria de reconocimiento en psicología (Gillund & Shiffrin, 1984; Woodworth, 1938), a través de la valoración de la diferencia de proporciones entre el reconocimiento correcto de ítems antiguos y el reconocimiento correcto de ítems nuevos; o sobre la precisión de las previsiones meteorológicas y el diagnóstico médico (Woodcock, 1976).

Por otra parte, la teoría Power P_c (ver capítulo 3) es una modificación del *modelo de contraste probabilístico* de inducción causal (P.W. Cheng & Novick, 1990, 1992), el cual, a su vez, está basado en la regla Δp y el concepto, como ya se planteó en el capítulo anterior de la tesis, de *conjunto focal*. Es interesante resaltar que este índice también es formalmente equivalente a otro usado en estudios de *función perceptiva*, tales como tareas de discriminación perceptiva, aunque con un marco conceptual diferente (Blackwell, 1963; Fisk & Schneider, 1984).

Posteriormente, Pearl (Pearl, 2000) elaboró un modelo para describir de forma computacional la causalidad en el que definió la probabilidad de necesidad (PN), la probabilidad de suficiencia (PS) y la probabilidad de necesidad y suficiencia (PNS), según el cual, PNS coincidiría con Δp .

Por último, la familia de indicadores asociados a la representación de Δp contempla los trabajos realizados sobre el modelo de *soporte causal* (T. L. Griffiths & Tenenbaum, 2005, 2009). Este marco conceptual establece el análisis conceptual adecuado para enfrentar computacionalmente el problema de la inducción causal elemental. Utiliza para ello modelos gráficos causales (Pearl, 2000; Spirtes, Glymour, & Scheines, 1993). Estos modelos también han sido reconocidos como *redes bayesianas* (ver capítulo 3). Según ese planteamiento, un modelo causal puede representarse gráficamente mediante tres variables, una de las cuales representa la causa potencial, C , otra el efecto, E y, por último, existirían un conjunto de factores de fondo, B .

El soporte causal se define como la tasa logarítmica de probabilidad a favor de un gráfico, 1,, respecto a otro dado, 0, y se describe mediante la ecuación:

$$Soporte = \log \frac{P(D|Gráfico1)}{P(D|Gráfico0)}$$

En este escenario se describen dos posibles conexiones causales en una situación dada: a) la definida entre la causa y el efecto, $C \rightarrow E$, cuya probabilidad es p_c , y b) la establecida entre el fondo y el efecto, $B \rightarrow E$, cuya probabilidad será p_b . $P(D|Gráfico1)$ y $P(D|Gráfico0)$ se obtienen mediante la integración de los parámetros p_c y p_b . La idea de fondo de este modelo establece, esencialmente, que en una situación de representación de la contingencia no sólo es necesario tener en consideración la definición de los *parámetros* de probabilidad asociada a las combinaciones de eventos sino también la *estructura* representacional de la situación dada. De esta manera, podrían explicarse fenómenos de inducción causal no explicados suficientemente a través de los modelos anteriores basados en Δp , como es el caso del efecto del tamaño muestral sobre la decisión contingente o la relación entre la falta de información y la capacidad inferencial del sujeto para compensarla.

4.4. La Teoría de Detección de Señales como modelo normativo en psicología.

Si bien, en este relato documental no se reflejarán todos los modelos diseñados al efecto para intentar explicar la conducta de juicio humano a partir del análisis de la contingencia (Hattori & Oaksford, 2007), sin embargo, queremos detenernos en este punto, dado el interés central en relación con el

desarrollo experimental de la tesis. En posteriores momentos de esta tesis desarrollaremos con mayor documentación el conjunto teórico de relaciones existentes entre la Teoría de Detección de Señales (TDS) y su uso como modelizador de funciones y patrones conductuales, aunque a continuación nos parece oportuno abordar algunas cuestiones introductorias de particular significación.

La Teoría de Detección de Señales (Green & Swets, 1966; Tanner & Swets, 1954) se basó en el establecimiento de una analogía entre la manera en que funciona la mente del sujeto en tareas de discriminación sensorial o de detección y la teoría de Neyman-Parson sobre la *prueba estadística de hipótesis* (Gigerenzer & Murray, 1987). En una visión general, establece la existencia de dos tipos de distribuciones internas, correspondientes a las características de reconocimiento de una situación dada, denominadas, *ruido* y *señal más ruido*. Estas dos distribuciones tendrían un carácter normal y se caracterizarían, a su vez, por disponer de dos hipótesis concurrentes: la detectabilidad, d' , calculada a través del análisis de dos probabilidades condicionadas, $P(R|C)$ o la probabilidad de obtener un resultado en presencia únicamente del ruido, y $P(R|\bar{C})$ o la probabilidad de obtener un resultado en condiciones concurrentes de la señal –la clave- y el ruido. En términos de la TDS viene, desde entonces, argumentándose que la sensibilidad de un sujeto ante una situación de reconocimiento puede estimarse a partir, respectivamente, de la relación entre *falsas alarmas* y *éxitos*.

La TDS se ha desarrollado en entornos de aplicación diversos, tales como el de diagnóstico médico (Swets, 1996), evaluación clínica en psicología (McFall & Treat, 1999), memoria de reconocimiento (Wixted, 2007), evaluación de estados cognitivos como la respuesta al dolor (Rollman, 1977), predicción meteorológica (Harvey, Hammond, Lusk, & Mross, 1992), evaluación neurofuncional (Siewert, et al., 2005) o la toma de decisiones (Busemeyer & Myung, 1992; Phillips, Saks, & Peterson, 2001; Sorkin, Hays, & West, 2001). En este contexto, también la contingencia ha sido objeto de análisis bajo el marco de la TDS (L.G. Allan, et al., 2005; Crump, Hannah, Allan, & Hord, 2007; J. Perales, et al., 2005).

En un diseño general de análisis de la contingencia, el participante es expuesto a una serie de presentaciones sucesivas de probables emparejamientos entre una clave y un resultado, de manera que al final del procedimiento se le solicita que evalúe el grado de fortaleza de la asociación entre ambas señales –la contingencia asociada-. De este modo, el sujeto ha de realizar acciones decisorias bajo condiciones de incertidumbre. Lo significativo es que el grado de incertidumbre se asocia no sólo con la organización de emparejamientos a lo largo del proceso de condicionamiento –la programación de la contingencia en sí- sino también con las alteraciones del nivel cognitivo durante el mismo, tales como distracciones, lapsos de memoria, faltas de atención, etc. Todos estos valores asociados configuran el “ruido” en términos de detección de la señal.

De acuerdo con el desarrollo paramétrico de la TDS, la detectabilidad o sensibilidad se calcula a través de la ecuación:

$$d' = \Phi^{-1}[1 - P(Y | r)] - \Phi^{-1}[P(Y | sr)] = \Phi^{-1}\left(\frac{D}{C + D}\right) - \Phi^{-1}\left(\frac{B}{A + B}\right)$$

siendo $P(Y | r)$ la probabilidad de una respuesta positiva cuando el ruido se presenta de manera aislada y $P(Y | sr)$ la probabilidad de respuesta positiva ante el combinado de señal más ruido, parámetros que se corresponden con los valores de $P(\neg R | C)$ y $P(\neg R | C)$, respectivamente; Φ indica la función de distribución normal acumulada.

4.4.1. Psicofísica y evaluación de la contingencia.

La psicofísica se ocupa del estudio de relaciones posibles entre los eventos físicos del entorno de actividad y la experiencia interna que suscitan en el sujeto. Uno de los campos en los que se viene aplicando en la actualidad es, precisamente, en el de la determinación de los patrones de aprendizaje y sensibilidad a la contingencia.

En una tarea de evaluación del juicio de contingencia, la presentación de una serie de claves y resultados conteniendo una relación estadística previamente establecida constituye un conjunto de eventos físicos (L.G. Allan & Hannah, 2009). De este modo, el sujeto que se enfrenta a una pantalla de ordenador, en un diseño experimental, puede juzgar la fortaleza de esta relación entre estímulos en función de algún tipo de *experiencia interna* suscitada por esos eventos.

El patrón de actividad del sujeto ante una situación de este tipo, tiende a reflejar, al menos parcialmente, el impacto de esta experiencia, en términos de su *sensibilidad* a la contingencia que le es presentada. Sin embargo, otras variables parecen entrar también en juego, a modo de sesgos que influyen sobre el juicio de valoración individual. Si bien, volveremos sobre esta cuestión más adelante, es necesario apuntar en este momento el hecho de que cuando una persona se enfrenta a una tarea de decisión sobre el juicio de contingencia, aparecen dos pasos probables en la representación del proceso. Estos dos momentos pueden ser ejemplificados de manera verbalizada como: a) ¿qué grado o magnitud percibo sobre la variable presentada?, y b) ¿cómo debería responder?. Mientras que la primera cuestión refiere la interpretación de los eventos físicos, la segunda entra de lleno en el terreno del las desviaciones de juicio promovidas por variables complementarias –internas generalmente–.

El análisis psicofísico de la señal es un procedimiento que incorpora la posibilidad de diferenciar estos dos momentos en el proceso de representación y decisión, por un lado los efectos de sensibilidad del sujeto y, por otro, los efectos debidos a los sesgos de juicio.

En un diseño prototípico, una variable independiente se presenta a los participantes siguiendo una secuencia progresiva de magnitud creciente (p. ej., un tono de aviso). Para cada valor asignado a la VI, se analiza la distribución de la función de probabilidad de respuesta dada por el sujeto, $p(R)$. Esta función se conoce como *función psicométrica* y se describe gráficamente a través de dos parámetros fundamentales: la *pendiente* y el *punto de equivalencia subjetiva*, PES. A su vez, el PES es definido como el valor que toma la curva sobre el eje de abscisas en el punto en el que la probabilidad de respuesta equivale a 0.5, esto es, $P(R)=0,5$.

4.5. Cuestionamiento de los modelos estadísticos. Modelos asociativos.

La hegemonía de los modelos estadísticos vino expresada, como vemos, por la claridad expositiva de los hechos covariacionales, así como por la sensibilidad mostrada por los sujetos a los cambios en dichos patrones de covariación, lo que afectaba al valor del parámetro de contingencia, Δp y, por ende, al juicio causal de los participantes.

Pronto los defensores de los planteamientos asociacionistas empezaron a cuestionar la significación *normativa* o *algorítmica* de la regla de contingencia (J. C. Perales, Catena, Ramos, & Maldonado, 1999) establecida inicialmente. Tales críticas se dirigieron, en particular, hacia la aparente debilidad mostrada por Δp para dar cuenta de determinados fenómenos de interacción de claves, particularmente a partir del momento en que se identificaron algunos de estos efectos, como el bloqueo, en diseños de investigación causal humana (Dickinson, et al., 1984). En particular, el modelo estadístico de la regla Δp no podía explicar el bloqueo, dado que su estructura suponía siempre el decremento en la capacidad asociativa entre la clave y el resultado, en todos los ensayos en los que C (la clave) no estaba presente, y sí lo estaba R, y esto sucedería, independientemente de las asociaciones alternativas presentes en ese ensayo.

Esta dificultad para explicar los efectos de bloqueo, originó en los años que siguieron una secuencia de modelos explicativos alternativos, algunos de los cuales ya han sido expuestos previamente en esta tesis, como fue el caso de la *teoría del conjunto focal* de Cheng y Novick (P.W. Cheng & Novick, 1992), la *teoría del potencial causal*, o *Power PC* (P.W. Cheng, 1997).

La aparente contradicción explicativa que giraba en torno a la efectividad del planteamiento estadístico en la explicación de la contingencia ha sido un motivo probablemente más que suficiente para su continuidad en el foco de la investigación internacional, hasta nuestros días. Como veremos en el apartado experimental de la tesis, la posibilidad de manejar la información contenida en los ensayos permite tener una manera accesible y fácilmente comprensible de

la interacción entre los eventos participantes. Por su parte, los planteamientos asociativos no alcanzaron, en este primer intento por cuestionar la realidad expresada en el modelo de Δp , una capacidad incuestionable en la búsqueda de la explicación causal humana. Al contrario, como ya se expuso en el capítulo 3, la observación de asimetrías de juicio en relación con los efectos de bloqueo hacia atrás (D. Shanks, 1985; D. R. Shanks, 1985) demostraron que el estatus asociativo de una clave podía ser explicado en ensayos en los que, incluso, la clave no se presentase, considerando la necesidad de recurrir a mecanismos de carácter *inferencial* en la representación de la contingencia.

4.6. Cuestionamiento de los modelos asociativos: modelos inferenciales.

El debate científico entre planteamientos estadísticos y asociativos ocupó buena parte del discurso en las décadas de los 90. Sin embargo, fue perdiendo intensidad en las décadas posteriores, en buena medida, motivado por la aparición en el escenario experimental de las propuestas provenientes de los modelos de procesamiento inferencial en la explicación del juicio causal humano, hecho que por su especial singularidad ha motivado la redacción del capítulo precedente de esta tesis.

Como hemos presentado anteriormente, la capacidad humana para el establecimiento de inferencias causales pronto ocupó el primer plano en el protagonismo explicativo. Así, por ejemplo, el *efecto de aditividad de resultado* (Beckers, et al., 2005; Lovibond, et al., 2003; Mitchell & Lovibond, 2002) consideraba la necesidad de que el sujeto asumiera el hecho de que las causas múltiples de un resultado pudieran tener efectos aditivos sobre su ocurrencia. Con ello, el efecto de bloqueo podría explicarse en términos de procesos de *razonamiento contrafactual*, representado a través de estructuras de tipo silogístico. Así, dadas dos claves, A y X, y un resultado, R:

- a. si A y X son causas potenciales de R, entonces la fuerza de asociación del resultado podría ser mayor cuando A y X estuvieran presentes conjuntamente, en lugar de si estuvieran presentes de manera separada
- b. el resultado que sigue a un compuesto AX, en los combinados de tipo AX-O, no es más fuerte que el que tiene la forma (A-O);
- c. por tanto, A y X no son –ambos- las causas efectivas de un resultado.
- d. Dado que A provoca, de manera aislada la presentación del resultado, y que no se presenta la información de la efectividad de la relación aislada X-O, es lógico asumir que X no es una clave tan efectiva como A en la predicción del resultado.

Esta línea interpretativa fue respaldada de manera adicional por los trabajos relacionados con el efecto de maximización del resultado (De Houwer &

Beckers, 2002a), señalando que en el proceso de evaluación de la aditividad del resultado es necesario conocer que no existe un límite físico en la capacidad de asociabilidad del resultado (efectos de techo, ver capítulo 3), tal como puede ser una frecuencia o intensidad máxima. En conjunto, estos dos efectos pusieron de manifiesto la oportunidad de considerar la relevancia de las creencias de los sujetos en la estimación de la causalidad y en la interpretación de la representación derivada de la contingencia.

4.7. La codificación de la representación

En esta breve clasificación, los tres conjuntos de modelos, asociativos, estadísticos e inferenciales, muestran diferencias que es preciso considerar. Una de ellas, se refiere al modo en que ambos explican la forma en que los sujetos codifican la contingencia. En particular, los modelos basados en la regla Δp consideran que los participantes incorporarían progresivamente la representación individual de ensayo respecto de las frecuencias de co-ocurrencia interestimular, a la representación continua generada a través de la experiencia.

Una diferencia crítica respecto a los modelos asociativos es que, mientras que estos establecen el aprendizaje de la contingencia en relación al cambio asociativo que se produce ensayo a ensayo, la información en los modelos estadísticos se adquiere tanto ensayo a ensayo como a través de la representación de la frecuencia de concurrencia cuya configuración se genera a través del paso por los sucesivos ensayos (Catena, Maldonado, Megias, & Frese, 2002; Price & Yates, 1995).

Algunos autores han considerado recientemente que este tipo de diferencias no podrían ser consideradas sin tener en cuenta la dimensión o el nivel explicativo del procesamiento subyacente, propio del interés central de cada uno de los modelos (Piñeno & Miller, 2007). Así, el hecho de que los modelos asociativos se centren en el nivel de ensayo ha permitido la observación de tallada, por ejemplo, de efectos paradigmáticos en este nivel, como es el caso del efecto de *recencia*, que expresa el impacto de la dominancia informativa de la información reciente sobre la conducta del sujeto.

4.8. Simulación de curvas de adquisición

Una de las dificultades atribuidas a la descripción estadística se refiere a la posibilidad de simulación del aprendizaje, en términos de su expresión a través de curvas de adquisición (Baker, Mercier, Vallée-Tourangeau, Frank, & Pan, 1993; Shanks, 1987). Por ello, merece la pena recalcar brevemente en este hecho, especialmente de cara a las consideraciones necesarias en relación con el trabajo experimental presentado aquí.

Los modelos basados en la regla Δp suponen, por su configuración estructural, que el valor asintótico de fuerza asociativa de la respuesta puede alcanzarse simplemente en un único emparejamiento entre clave y resultado. Imaginemos, por ejemplo, que en este primer ensayo, el resultado devuelto por el sistema genera un emparejamiento “tipo A”, esto es, se administra un resultado cuando la clave está presente. Bajo estas condiciones, el valor de $\Delta p=1$, con lo que se habría alcanzado un valor máximo (efecto techo), hecho singular que dificultaría la percepción del proceso de aprendizaje secuencial como un *continuo*, desde un punto de vista neurocognitivo y funcional. La situación es, de algún modo, similar a la presentada en el contexto de los modelos de carácter inferencial, donde la única presentación de un emparejamiento $C \rightarrow R$ serviría para establecer la *proposición* de que la clave viene seguida del resultado. Con ello, cabe sostener que la predicción representada en forma de curvas graduales de adquisición es una conquista particular de los modelos de carácter asociativo.

4.9. La Teoría de Detección de Señales en la representación del proceso de evaluación de la contingencia.

En apartados anteriores se ha establecido el marco general de consideración de la función psicométrica dada por un individuo ante una señal psicofísica como mecanismo de registro de respuesta válido en el proceso de evaluación de la contingencia. Dada su especial relevancia en el desarrollo de esta tesis, aportaremos, a continuación, algunos detalles complementarios, previos a una descripción más completa en la fase de investigación experimental.

Según el planteamiento general de la Teoría de Detección de la Señal, la presentación sucesiva de un estímulo de valor constante no resulta en un valor interno constante, sino variable. La visión básica de la TDS asume que la distribución de los valores internos correspondientes a los sujetos para un determinado nivel de la variable de estudio es *normal*, con una media equivalente al valor físico de la señal y una desviación típica, σ , constante a lo largo de todos los posibles valores individuales.

El diseño de tarea general supone que el sujeto debe realizar una estimación de su experiencia interna, reflejada en un juicio *binario*. Para ello, a lo largo del proceso de representación de la situación, debe identificar un punto crítico de decisión al que asigna un *valor de criterio de decisión*. De este modo, si el valor asociado al estado interno es mayor que el criterio de decisión, la respuesta será R_1 , mientras que si es inferior, será R_2 [para $R_1, R_2 \in (R_1, R_2)$]. Identificado mediante este procedimiento el criterio de decisión, la distribución normal generada en particular queda dividida en dos subáreas. El área derecha respecto al mismo representa la probabilidad de que un valor interno sea mayor que el valor criterio, $P(R_1)$.

Cuando las diferentes distribuciones normales de los niveles de la variable de observación tienen una varianza constante, la función psicométrica equivale a la *función normal acumulada* (Killeen, Fetterman, & Bizo, 1997).

Las personas, cuando realizan estimaciones sobre la presencia o ausencia de una señal tienden a posicionarse en base a este criterio de decisión, que establece una valoración del efecto del sesgo subjetivo ante la decisión. La distancia entre el criterio de decisión y la media estimada de la distribución observada para un determinado nivel de la variable establece una medida del error en el juicio respecto a la consideración normativa. Así, una persona que sobreestima el valor de una señal tenderá a situar el criterio por debajo de la media, con lo que tenderá a cometer un mayor número de respuestas positivas. El incremento de éstas sobre un programa de contingencia establecida aumentaría, en principio, la probabilidad de acierto (ver fase experimental para un detalle pormenorizado). Sin embargo, junto con éste parámetro, aumentaría también de manera significativa la probabilidad de comisión de falsas alarmas, esto es, de situaciones en las que aparece la respuesta pero no está presente la señal (se confunde con el ruido). La combinación de tasa incrementada de respuestas positivas y falsas alarmas genera, como resultado, poca fluctuación sobre $p(R1)$ respecto a los cambios en el nivel de la variable de estudio. Con ello, la pendiente de la función psicométrica será más suavizada, señalando una baja sensibilidad del sujeto ante los cambios de la misma.

4.10. El efecto de densidad. La relación entre la contingencia y el juicio.

Entre los hallazgos encontrados alrededor de la dialéctica explicativa de estas últimas dos décadas, es necesario incluir, en la representación que podamos hacer, un realidad que fue reconociéndose paulatinamente: la no linealidad entre la contingencia/causalidad y el resultado del proceso o los procesos subyacentes expresados en términos de respuesta o juicio humano. Si atendemos, en este sentido, a la presencia de la señal psicofísica como variable que expresa tal función de relación, sería posible observar la existencia de desviaciones respecto al comportamiento normativamente –en términos de la predicción de la función de distribución- esperado. Tal hecho pronto se situó en la base de una línea importante de investigación, a la luz de las numerosas subestimaciones o sobreestimaciones de juicio que se producían bajo determinadas circunstancias. Estas circunstancias, controlada la contingencia representacional, parecían venir determinadas por la variación de la densidad de reforzamiento en el procedimiento de condicionamiento.

En efecto, existe una relación psicofísica no lineal entre contingencia y juicio (L.G. Allan, Hannah, Crump, & Siegel, 2006; L.G. Allan, Hannah, Crump, & Siegel, 2008; Copeli, Roque, Oliveira, & Kinouchi, 2004; Stevens, 1975). Una de estas desviaciones que pusieron inicialmente en cuestionamiento la oportunidad explicativa de los modelos basados en reglas o modelos

estadísticos fue el denominado *sesgo de densidad*, según el cual, manteniendo el nivel de Δp constante, las valoraciones de los sujetos se sitúan como una función directa de la probabilidad de ocurrencia de un resultado, $p(R)$ (L.G. Allan & Jenkins, 1980; Chatlosh, et al., 1985; Shanks & Dickinson, 1991). Si bien en la fase experimental de la tesis se contextualizará con un mayor detalle, sí aportaremos en este momento algunos datos que consideramos relevantes en la comprensión general del proceso investigador.

En la búsqueda de una mayor capacidad explicativa del modelo estadístico que pudiera incorporar las constataciones relacionadas con el efecto de densidad, se propusieron, a partir de la formulación inicial, numerosas alternativas. Así, por ejemplo, se consideró si las estimaciones condicionales establecidas por Δp eran adecuadas o si, por el contrario, podría haber algún tipo de formulación más adecuada, no arrojando resultados favorables (E. A. Wasserman, et al., 1993).

Otros autores, definieron alternativas que incorporaban otras reglas de integración. Tal es el caso de la regla delta ponderada (Anderson & Sheu, 1995), que asigna un peso mayor a $p(R|C)$ que a $p(R|-C)$, asumiendo un hecho que implícitamente ya se consideraba en Δp , relativo a la noción de que el efecto de una posible causa puede tener una ocurrencia más probable en su presencia que en su ausencia.

Otras propuestas incluyen en su formulación una regla de *suma de las diagonales* de la matriz de contingencias, sumando las frecuencias de las celdas B y C y sustrayéndolas de la suma de frecuencias de las celdas A y D (Schustack & Sternberg, 1981). En general, todas estas propuestas se caracterizan por su independencia respecto a la generación de hipótesis ya que no parecen reflejar la direccionalidad potencial en el planteamiento hipotético causal del individuo que razona. También lo es la teoría del potencial causal (P.W. Cheng, 1997), ya presentada en el capítulo anterior de esta tesis, ya que es la valencia de Δp la que otorga esa direccionalidad aparente y no la implicación cognitiva del agente razonador. En el apartado siguiente estudiaremos algo más en detalle las características esenciales que justifican la aparición de postulados alternativos.

4.11. Planteamiento de hipótesis, razonamiento causal y ponderación condicional de la contingencia.

Las diferentes formulaciones matemáticas otorgadas al análisis de la contingencia han intentado ajustar, como hemos venido argumentando, la posibilidad de explicación de la conducta de decisión a la realidad de conducta manifestada por el individuo en forma de variables dependientes. En particular, cuando hablamos de razonamiento causal, es fácil observar la aparente debilidad de la formulación más simple de Δp (L.G. Allan & Jenkins, 1983) para expresar la manera en la que los individuos extraen información causal para incorporarla a su representación de una situación dada. La matriz de

contingencia expresa, en este sentido, cuatro opciones condicionales cuya probabilidad directa se obtiene de la consideración de las frecuencias condicionales de los emparejamientos posibles entre causa y efecto, en términos binarios, contando con dos parámetros posibles asignados a cada variable (p.ej., presencia o ausencia).

Dada la relativa independencia de los resultados combinatorios en las cuatro celdas de la matriz (por ejemplo, la ausencia de respuesta ante la ausencia de la clave, no depende de la presencia de ambas), la contingencia percibida puede modificarse sin que, aparentemente, esto tenga por qué afectar a la percepción de la causalidad. En todo caso, tal percepción se genera a partir del reconocimiento de la frecuencia de covariabilidad de un combinado frente a otro, algo que, por otro lado, puede inducir a la aparición probable de sesgos o errores interpretativos observados en términos de juicio de respuesta del sujeto.

En el análisis de las características del procesamiento causal subyacente al análisis subjetivo de la contingencia, algunos estudios han intentado reformular la regla delta en términos de la posibilidad de ponderar de manera diferencial las diferentes condiciones combinatorias (D. Mandel & Lehman, 1998; D. R. Mandel & Vartanian, 2009). Para ello, consideran la capacidad previa de los sujetos para configurar hipótesis dirigidas previas, que asignarían algún tipo de representación de la causalidad, bien generativa, bien preventiva, a unas causas candidatas frente a otras. A partir de aquí, las fuerzas de combinación asociativa de cada uno de los cuatro emparejamientos posibles variaría, de tal forma que el procesamiento del individuo seguiría un curso tendente, a lo largo del proceso de reforzamiento, a confirmar o rechazar las hipótesis previas.

La idea de que las personas buscan el contraste de la evidencia otorgando pesos específicos a las alternativas que confirmen sus creencias y que esta opción es cognitivamente preferida frente a la búsqueda de alternativas que rechacen las hipótesis no es nueva (Wason, 1960). Es más, este hecho contrastado ampliamente a nivel experimental, fue reconocido como *sesgo de confirmación* (Jonas, Schultz-Hardt, Frey, & Thelen, 2001; Mynatt, Doherty, & Tweney, 1977). Otros autores, sin embargo, han considerado la posibilidad de un proceso alternativo, según el cual, las personas no otorgarían este peso confirmatorio a la información sino que, en su lugar, someterían a prueba sus hipótesis causales a través del progresivo examen de casos, a medida que van obteniendo información relevante para configurar su representación de la situación (Klayman & Ha, 1987).

En el apartado anterior se describieron los desarrollos de la regla delta cuya característica conjunta venía marcada por la *independencia de hipótesis*; no obstante, la investigación ha sugerido otros modelos alternativos, que consideran la posible dependencia de hipótesis como argumento generador de la causalidad a partir del análisis procesual de la contingencia. Así, por ejemplo, la visión bayesiana que otorga un interés particular de los sujetos hacia los eventos *raros* frente a aquellos que son *comunes*, dada la mayor información contenida en los primeros parece no requerir la equiponderación de pesos entre las celdas de la matriz de contingencias (Hattori & Oaksford,

2007; McKencie, Ferrerira, Mikkelsen, McDermott, & Skrable, 2001; McKencie & Mikkelsen, 2007). No obstante, los modelos bayesianos también consideran una descripción de independencia de hipótesis en su formulación, salvo en la consideración particular de que las hipótesis pueden estar determinadas por la percepción de la *rareza* de la categoría o condición en cuestión.

Existen, en cambio, otros estudios que han planteado con claridad la dependencia de hipótesis. Tal es el caso del *modelo evaluativo* de White (White, 2003a), según el cual, las personas integrarían los datos de la contingencia a partir de las cuatro celdas utilizando una regla que considera de manera proporcional las probabilidades condicionadas, $p(PC)$ asociadas a los casos confirmatorios:

$$P(PC) = (A+D) / (A+B+C+D)$$

Si bien este modelo inicial supone la existencia de pesos equivalentes asociados a las probabilidades, posteriormente se introdujo una variante que estimaba los pesos de manera individual (White, 2003b, 2004). De manera paralela, otras investigaciones han venido a aportar conocimiento sobre la desigualdad de pesos interpretativos respecto a las condiciones de la matriz de contingencia. En esta idea, un conjunto significativo de trabajos sostiene que la gente tiende a ponderar las celdas siguiendo el orden decreciente (Anderson & Sheu, 1995; Kao & Wasserman, 1993; D. R. Mandel & Vartanian, 2009; J. Perales, et al., 2005; J. C. Perales & Shanks, 2007). Este ordenamiento ha de considerarse en el orden de las expectativas del sujeto –no es determinístico–:

Celda A → Celda B → Celda C → Celda D, lo que, en términos de la asignación de pesos en función de la expectativa de resultado, quedaría como:

$$E(w_A) > E(w_B) > E(w_C) > E(w_D)$$

4.11.1. Modelo de pesos predictivos diferenciales PSB (*positive-event and sufficiency biases*).

De significado valor fue, en este sentido, la propuesta realizada por Mandel y Lehman (D. Mandel & Lehman, 1998), quienes propusieron, con la intención de explicar este ordenamiento secuencial de las preferencias un modelo no equiponderado de asignación de pesos, denominado bajo las siglas *PSB* (*positive-event and sufficiency biases*) basado en la combinación de dos sesgos, denominados, de *eventos positivos* y de *suficiencia*. Según el primero, la valencia combinada de los emparejamientos entre clave candidata y resultado produce un ordenamiento de las preferencias, siguiendo el patrón de inequación:

$$E(w_A) > E(w_B) \approx E(w_C) > E(w_D)$$

En la celda A, la valencia de ambos estímulos es positiva; en el caso de B y C, una es positiva y la otra negativa; por último, en el caso de D, ambas son negativas. En definitiva, este sesgo supone que las personas otorgan un mayor peso a la información sobre las ocurrencias de los eventos que sobre las no-ocurrencias.

Por su parte, el sesgo de suficiencia establece:

$$E(w_A) \approx E(w_B) > E(w_C) \approx E(w_D)$$

esto es, la gente tiende a focalizar la importancia relativa de las celdas A y B antes que C y D, ya que las primeras ofrecen información de las relaciones directas de $p(R|C)$, suficientes para el establecimiento de una causalidad, mientras que C y D informan de las relaciones de $p(R|-C)$, que establecen la probabilidad con que un fenómeno dado debe requerir una causa.

El resultado de la combinación de ambos sesgos permitió ofrecer una explicación según la cual, la relación $E(w_A) > E(w_B)$ será mayor si la hipótesis focal es causalmente preventiva (la presentación de una causa candidata previene la aparición de un resultado) que si es generativa (si la causa candidata genera la aparición del resultado). Con ello,

$$[E(w_A) - E(w_B)]CP > [E(w_A) - E(w_B)]CG,$$

donde CP supone una situación de causalidad preventiva y CG, de causalidad generativa, dado que en la primera de las situaciones, la casilla A indica las violaciones de la situación predictiva (R sigue a la aparición de C, cuando lo esperable debería ser que no), mientras que B y C incorporan situaciones de *suficiencia*, del tipo “C es suficiente para generar R” (ver Tabla 8), con lo que añaden menor información para la representación conjunta. Por su parte, la cancelación de la hipótesis de suficiencia en la situación causal generativa, del tipo “C es suficiente para generar R” sólo puede ser realizada por el análisis de casos en la celda B. Además, sólo los casos de la celda C pueden cancelar la hipótesis “C es necesaria para generar R”, mientras que sólo los casos de la celda D pueden cancelar la hipótesis “C es necesaria para prevenir R”.

Tabla 8. Matriz de contingencias 2x2 ampliada, expresando las características de cancelación de hipótesis del modelo PSB de Mandel y Lehman (1998). Se presentan como variables los niveles de cancelación y tipo de representación causal (preventiva o generativa) para cada una de las cuatro opciones –celdas- de contingencia posibles, denominadas, respectivamente, A, B, C y D.

	celda	Resultado presente	tipo	celda	Resultado ausente	tipo	Cancelación
Clave presente	A	$C \rightarrow R$	preventiva	B	$C \rightarrow$	generativa	suficiencia
Clave ausente	C	$\rightarrow R$	generativa	C	\rightarrow	preventiva	necesidad

4.11.2. Modelo de pesos predictivos diferenciales WPS (weighted positive-test strategy).

Por su parte, otros trabajos han establecido la existencia de desigualdades en los pesos predictivos de las celdas de contingencia en relación con la capacidad de cada una para confirmar positivamente la hipótesis inicial del individuo (Klayman & Ha, 1987; Levin, Wasserman, & Kao, 1993). Estos modelos, denominados WPS, o de *estrategia de ponderación de prueba positiva*, se refieren a la tendencia a asignar un mayor peso cuando la información confirma la relación causal estimada inicialmente (prueba de hipótesis positiva, +H), o cuando confirma un efecto esperado (prueba de efecto positivo +E). Según esto, pueden darse diferentes situaciones, que hemos representado en la Figura 17

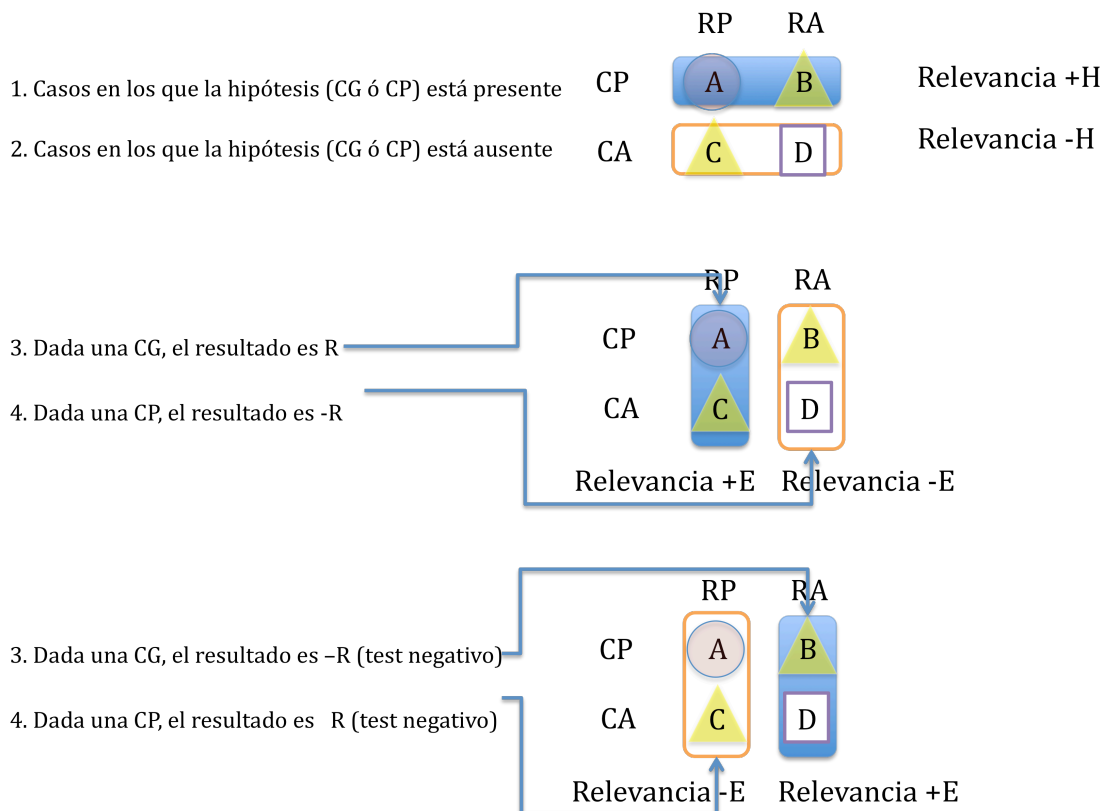


Figura 17. Matriz de contingencias 2x2, expresando las características de confirmación de hipótesis del modelo WPS). A, B, C y D representan las celdas de contingencia, CP= clave presente; CA= clave ausente; RP=resultado presente; RA= resultado ausente. Los círculos representan las casillas relevantes para la confirmación positiva de las hipótesis +H pero no para las hipótesis +E; los triángulos, la relevancia respecto a ambos tipos de test positivos, respectivamente, para +H y +E (casilla B), y ni para +H ni para +E (casilla C); el cuadrado, la celda relevante para +E pero no para +H.

Como puede verse en la imagen, para cada situación hipotética el sujeto ponderaría siguiendo un patrón tendente a validar positivamente su creencia. Así, por ejemplo, en la opción número 1, las opciones A y B servirían como

elementos confirmadores de la relevancia de la causalidad (generativa o predictiva) respecto a una clave candidata. Por ello, sus pesos serán mayores que los asignados a las casillas C y D; por el contrario, si el sujeto focaliza sobre un posible efecto candidato, serán las opciones A y C las que añadan mayor información respecto a la relación entre la presencia de una clave y la obtención de un resultado. De cualquier forma, puede observarse cómo el valor de A es crítico en la determinación tanto de una posible candidatura causal respecto de la clave (+H) como del efecto, +E (rodeada con un círculo en la imagen), por lo que su peso será significativo en el cómputo global del procedimiento de representación. Por la misma razón, B es relevante para +H pero no para +E, C es relevante para +E pero no para +H, y D no es relevante ni para +H ni para +E. Con todo, el modelo WPS establece las siguientes inequaciones:

$$E(w_A) > E(w_B) \approx E(w_C) > E(w_D) | CG$$

$$E(w_B) > E(w_A) \approx E(w_D) > E(w_C) | CP$$

Los postulados del modelo WPS han sido sometidos a prueba con posterioridad (D. R. Mandel & Vartanian, 2009), consolidando la línea argumental que sostiene la desigualdad de pesos asignados a las celdas de la matriz de contingencias. Particularmente, Mandel y Vartanian (2009) han constatado que las celdas A y B influyen con más intensidad en los juicios sobre una causa probable que los valores probabilísticos asociados a las celdas C y D. Más aún, los patrones de creencia previa de los sujetos parecen relacionarse son diferentes según la causa sea generativa (en orden decreciente del valor de los pesos, A, B, C y D) o bien preventiva (su orden es B, A, D y C). Estos resultados parecen ser consistentes no sólo con la hipótesis descrita por el modelo WPS como por estudios previos (Crocker, 1982).

4.12. Efectos de interacción de claves sobre los juicios de contingencia.

La explicación de los fenómenos que derivan en los procesos de inducción causal ha situado, particularmente en los últimos años, a la investigación sobre psicología ante un reto fundamental, dada su múltiple caracterización fenomenológica, los distintos niveles de procesamiento implicado, la naturaleza intrínseca de los dominios de conocimiento que intervienen y, en definitiva, la amplia variabilidad de variables que permiten a los sujetos extraer inferencias y transferir su información al ámbito de la decisión.

Cuando hablamos de juicio contingente, nos referimos a una de esas posibles concreciones que emanan a partir de la reflexión presentada hasta este punto de la tesis, a lo largo de los capítulos precedentes. Un individuo presenta, en este sentido, una respuesta, verbal o motora, en relación a un juicio solicitado. Este juicio, en un diseño convencional, le propone, a través de la formulación

contendida en las instrucciones experimentales, el establecimiento de algún tipo de conexión entre la presencia de un antecedente –la clave- y un consecuente –el resultado, de tal modo que su tarea consiste en la valoración del grado de relación existente entre ambas variables, a partir del modo en que covarían a lo largo, por un lado, del tiempo y, por otro, de los distintos ensayos sucesivos.

Los juicios de contingencia no son, necesariamente, juicios causales. Así, como hemos expuesto a lo largo de este trabajo, la simple exposición a la covariación no provee la información suficiente como para establecerlos. Para ello, debe darse la oportunidad de que el sujeto pueda establecer las oportunas inferencias de tal modo que la aparición de la causalidad hipotética pueda tener lugar. Este hecho, puede presentarse, a su vez, al menos por dos motivos: por un lado, el tiempo de ensayo, esto es, el papel de la experiencia permitirá generar diferentes patrones representacionales sobre la causalidad experimental. Además, la experiencia previa influye en la capacidad de aprendizaje de humanos y otras especies animales, regulando su capacidad atencional respecto a la consideración diferencial de las variables que interviene en el proceso (Beesley & Le Pelley, 2010).

En un nivel adicional, además del tiempo de ensayo, la cantidad, esto es el incremento en la tasa de ocurrencia provee al sujeto de mayores posibilidades para analizar convenientemente las relaciones entre los eventos de una situación. En este sentido, la probabilidad de ocurrencia se combina, experimentalmente, con la frecuencia de ocurrencia a lo largo del tiempo global del experimento, para crear las condiciones diferenciadas que se someterán a prueba de investigación. Es en este escenario operativo donde se podrán observar los principales efectos de interacción de claves sobre la conducta humana.

Tal vez el resultado fundamental más básico en el campo del análisis de los juicios de contingencia sea que la relación *directa* entre las valoraciones de juicio otorgadas por los sujetos y el valor obtenido en el índice de Δp (Hannah, Crump, Allan, & Siegel, 2009). Sin embargo esta correlación presenta, además, desviaciones sistemáticas en función de la variación de Δp (L.G. Allan, 1993; Shanks, 1993). Así, tal y como hemos presentado previamente, el efecto de *densidad* se observa a través de las variaciones en el juicio en función de la probabilidad de ocurrencia del resultado, en condiciones en las que la contingencia, Δp , permanece constante.

Cuando dos o más claves coexisten en un mismo intervalo temporal, las personas tienden a procesar los efectos de interacción, en lugar de considerar efectos independientes. Así, por ejemplo, la tasa de relación entre la clave y el resultado depende inversamente de la fuerza de relación entre la clave alternativa y ése resultado (Hannah, et al., 2009).

En la investigación sobre los efectos combinados de claves en la percepción de la contingencia, se han venido empleando distintos paradigmas experimentales. Así, uno de los más frecuentes ha sido el *diseño de bloqueo de una fase*, según el cual, dos claves, A y B se emparejan con un mismo

resultado a lo largo de los diferentes ensayos. Las dos claves así dispuestas configuran cuatro posibles combinaciones: a) A y B presentes; b) A y B ausentes; c) A –objetivo- presenta y B –complementaria- ausente, y d) A ausente y B presente. Para cada una de las combinaciones, el resultado, R, puede ocurrir o no (-R), con lo que la combinación global puede generar un total de ocho configuraciones clave-resultado posibles (Tabla 9).

Tabla 9. Matriz 4X2 de las combinaciones posibles entre dos claves, A y B y un resultado posible, R, en un paradigma de bloqueo de una fase.

	Resultado (R)	No resultado (-R)
AB	a	b
A(-B)	c	d
(-A)B	e	f
(-A)(-B)	g	h

Cuando dos claves interactúan de este modo, los valores de juicio sobre A parecen depender de la contingencia entre B y el resultado (Spellman, 1996a, 1996b; Tangen & Allan, 2003, 2004). Así, por ejemplo, las tasas son más bajas cuando la contingencia entre la clave complementaria y la ocurrencia del resultado se iguala a $\Delta p=1$, esto es, cuando siempre se emparejan, para valores de contingencia $\Delta p=0,50$ entre clave principal y resultado, frente a la condición en la que no hay contingencia entre clave complementaria y resultado Allan ($\Delta p=0$) (Hannah, et al., 2009; Tangen & Allan, 2004).

Otro diseño experimental ampliamente utilizado en la evaluación de la contingencia ha sido el de *bloqueo de doble fase* (Chapman & Robbins, 1990; Kamin, 1968; Shanks, 2007). En este escenario, una clave acompañante B (un tono, por ejemplo) se asocia con la ocurrencia de un resultado, R y seguidamente es combinada con una segunda clave, considerada como principal, A (por ejemplo, una luz). El conjunto configural así resultante es emparejado, de igual modo, con la ocurrencia del resultado, R. En esta situación, el entrenamiento previo con un componente del par combinado parece bloquear el condicionamiento de un segundo componente, esto es, B bloquea la asociación entre A y R, con lo que éste tipo de combinados no parecen producir un efecto significativo sobre el aprendizaje. De acuerdo con el modelo de Rescorla-Wagner, el bloqueo resulta en una incapacidad para asociar la clave principal y el EI.

4.13. Desafíos actuales en la aplicación de la TDS al análisis de la contingencia.

Para finalizar este capítulo parece preciso describir una serie de elementos a tener en cuenta, tanto en el presente como en el futuro de la investigación sobre contingencia, en relación a la aplicabilidad de la Teoría de Detección de Señales como medio de exploración de la conducta humana.

En primer lugar, algunos trabajos recientes parecen poner de manifiesto la oportunidad de relacionar los modelos asociativos con la psicofísica de señales. En particular, los diseños de bloqueo de una fase que ponen a prueba la interacción de claves parecen señalar que, frente a la competencia interactiva que marcan algunos patrones como , por ejemplo, Rescorla-Wagner, los sujetos responden variando sus criterios de decisión sobre cada clave, tratada de manera independiente (L.G. Allan & Hannah, 2009). Así, mientras que el cambio de fuerza asociativa de una clave principal, A, será mínimo, según el modelo R-W (ver capítulo 2 para una mayor descripción) cuando la fuerza asociativa vinculada a una clave secundaria, B, es alta (dado su escaso valor predictivo), los resultados obtenidos en el marco de la detección de señales parecen reivindicar el hecho de que los sujetos generan marcos representacionales independientes, aunque relacionados entre sí. De este modo, la atención sobre la clave principal produciría un sesgo de decisión –desplazamiento del criterio–, en función del grado de contingencia asociada entre la clave secundaria y el resultado, sesgo interpretativo diferente al producido cuando la atención del participante se focaliza sobre la clave secundaria. En éste caso, el sesgo interpretativo produciría desplazamientos del criterio de decisión influidos por los valores Δp . Así, recientemente Allan y Hannah (L.G. Allan & Hannah, 2009) han constatado efectos de interacción de claves producidas por la influencia de la combinación de sesgos interpretativos que desplazan el criterio de decisión en función de la focalización atencional del individuo, lo que parece sugerir la idea de que las decisiones de los sujetos se reorganizan en términos decisionales a medida que se movilizan los criterios, *dinámicos*, de decisión (ver Tabla 10).

Tabla 10. Relación de patrones de respuesta a la contingencia en un diseño de bloqueo de una fase, en la que dos claves, A –principal- y B –secundaria- interaccionan frente a un mismo resultado probable. V= valor de fuerza asociativa asignado a una clave; $p(R)$ = probabilidad de respuesta positiva sobre la clave principal; FA= falsas alarmas (L.G. Allan & Hannah, 2009).

Atención focal	Δp	sesgo	Tendencia gráfica	resultado	Celda matriz
A	Alto (1.0)	V_B alto	derecha	Decremento $p(R_A)$	Más errores
A	Bajo (0.0)	V_B bajo	izquierda	Incremento $p(R_A)$	Más FA
B	Alto (0.6-0.8)	V_A alto	derecha	Decremento $p(R_A)$	Más errores
B	Bajo (0.2-0.4)	V_A bajo	izquierda	Incremento $p(R_A)$	Más FA

Este comportamiento observado recuerda a los postulados de *independencia de vía* a los que ya se hizo mención en el capítulo inicial de esta tesis. En este sentido, es preciso señalar el oportuno ajuste conceptual que muestran los algoritmos de aprendizaje no competitivo, tales como el modelo de Bush-Mosteller (Bush & Mosteller, 1951), cuya regla establece que la fuerza predictiva de una señal cambia a lo largo de los ensayos siguiendo la ecuación descrita por el *operador lineal*: $\Delta V = \alpha\beta(\lambda - V)$. Es importante señalar que, en el contexto del diseño de bloqueo de una fase, los dos valores de fuerza asociativa (el valor asintótico en términos del *operador*), para la clave principal, V_A , y para la clave secundaria, V_B , se obtendrán a partir de:

$VCA=P(R|CA)$, y

$VCB=P(R|CB)$

En el marco de la TDS, la variabilidad observada en el valor de V se correspondería con la integración progresiva de la señal en el ruido de fondo.

Experimento 1. Efectos de densidad y contingencia sobre decisión y juicio predictivo en una tarea de ambivalencia compleja.

5.1. Introducción. La decisión en situaciones de ambivalencia compleja.

La complejidad de las situaciones de decisión varía en relación a la contribución interactiva de diversas variables. Así, por un lado, en decisiones aisladas temporalmente en las que el agente decisor se enfrenta a una elección dicotómica sobre dos opciones, generalmente denominadas *opción estándar* y *opción alternativa*, los supuestos econométricos relacionados con el máximo beneficio y el menor coste parecen imponer criterios de racionalidad con un componente universal.

En principio, todos los sujetos deberían comportarse siguiendo pautas de conducta, en la elección, tendentes a asegurar las ganancias al tiempo que minimizar, en la medida de lo posible, el riesgo de pérdida sobre las consecuencias de elección. Este hecho parece definirse con cierta claridad en situaciones en las que las distancias en el reconocimiento real y psicológico del valor esperado entre ambos términos del prospecto, son significativas. Así, se esperaría, desde un punto de vista racional, que ante una elección (x,y) cuyos valores estimados de ganancia cierta fuesen $(100,50)$ y probabilidades $(0,9; 0,5)$, los sujetos, claramente se decanten por la elección sobre el elemento x . De la misma manera, ante situaciones de pérdida con prospectos (x', y') del tipo $(-100, -50)$, con probabilidades $(0,9;0,5)$, la preferencia de decisión se realice sobre el elemento y' . Todo ello, teniendo en cuenta el sesgo de decisión en relación a la valoración del riesgo de pérdidas y ganancias establecido en la *Teoría de los Prospectos* (Kahneman & Tversky, 1979b).

Sin embargo, la diferencia existente entre el resultado esperado en términos de utilidad económica y el efecto de la interpretación psicológica de una situación dada parece ponerse de manifiesto especialmente en entornos en los que el valor estimado por el sujeto se aproxima a un punto de equilibrio decisional en el que la referencia sobre el resultado impone la consideración adicional de criterios subjetivos. Aparece entonces, como factor crítico en la decisión final, la influencia de distintos niveles o estados de representación, la idea que el sujeto decisor se hace de la realidad en la que actúa, vinculada a variables tan importantes como el espacio, el tiempo, la información de procesamiento, la experiencia o las características formales de la decisión.

Las personas ponen especialmente de manifiesto con frecuencia sus patrones de decisión en contextos en los que se dan elecciones múltiples y sucesivas. Situaciones en las que, además, la similaridad de los marcos de decisión

generan dificultades adicionales a la hora de incorporar información nueva y, por tanto, predecir en la medida de lo posible, el patrón contingente asociado a la decisión. En los límites decisionales (puntos de equilibrio económico), los sujetos se muestran, de este modo, tendentes a preservar o arriesgar la ganancia, o a preservar o arriesgar la pérdida, en función de elementos internos de análisis de las características estimulares del prospecto presentado, en cada momento.

Tales consideraciones internas actuarían a modo de criterios de interpretación parcial contributivos en el resultado final: una elección discreta en el caso que nos ocupa.

5.1.1. Variables predictoras en el proceso de decisión.

Podemos reconocer dos orígenes esenciales en la forma en que las personas gestionan la información referente a la decisión. Por un lado, el análisis interpretativo de las características propias de estímulo, es decir, el procesamiento de las variables formales que inciden en la codificación de la recompensa y que definen, en términos de valor, cada una de las opciones de un sistema de elección; por otro, el reconocimiento e interpretación de la información asociada a la contingencia, es decir, al factor temporal que deriva en el establecimiento de funciones de probabilidad contingente y distribuida, con mayor o menor certidumbre, a lo largo de una sucesión de situaciones similares de elección.

En el primero de los casos, la determinación estimativa de variables como la magnitud de la recompensa y su relación con las características asociadas al estímulo condicionado (forma, color, indicadores de probabilidad, ...), así como el conocimiento previo del nivel de certidumbre en la devolución del resultado esperado, suponen criterios de referencia estables en la decisión del sujeto. Así, por ejemplo, una persona podría enfrentarse a la tarea de decidir cuál de dos bricks de leche, con fechas de caducidad diferentes, se llevaría del supermercado. Atendiendo a este factor, la elección residiría, en primera instancia, en la consideración de la distancia temporal de la fecha, es decir, la opción de mayor valor es aquella en que la fecha de caducidad es más distante del momento actual.

La cantidad de información así como la diversidad de fuentes a considerar también juegan un papel importante en la decisión final. El cerebro humano, pese a su gran capacidad funcional, tiene limitaciones al procesamiento. El esfuerzo por encontrar aquello que nos conviene más es especialmente alto en relación a la concurrencia temporal de hechos, variables o situaciones. Por ejemplo, en el campo del diagnóstico clínico, parece más sencillo tomar una decisión cuando dos médicos están de acuerdo en sus conclusiones clínicas. Sin embargo, la situación de decisión parece complicarse cuando ambos expertos no coinciden. Más aún, cuando elegimos un tercero y éste sólo coincide parcialmente con uno de los dos anteriores.

Son muchos los elementos que parecen entrar en juego en la consideración final de una simple decisión cotidiana, aunque en muchas ocasiones parezcan imperceptibles a la conducta consciente del sujeto. Continuando con el ejemplo anterior, en el supermercado, si combinamos dos marcas diferentes de leche, una de mayor calidad, en términos de reconocimiento social y publicitario y fecha de caducidad más corta y otra marca de menor calidad pero fecha de caducidad más larga, el contexto de decisión se amplía en términos de gestión de la información. En este punto, supuesto el mismo volumen en ambas situaciones, la elección debería contener, al menos en un análisis preliminar, algún tipo de valoración de la relación del conjunto formado por la marca y la caducidad (supuesta la diferenciación en términos generales de ambos tipos de leche con carácter general). Con ello, una tercera variable entraría en juego, siempre desde un punto de vista formal: el tiempo de consumo, en función de la necesidad inmediata. Si a ello le añadimos el coste del producto, la estimación final debería reflejar el efecto del procesamiento neurofuncional y psicológico de elementos formales de estímulo, considerando especialmente, el valor de certidumbre de todos ellos, es decir, el hecho supuesto de que conociésemos de manera cierta todos esos detalles de compra.

El párrafo previo exige un cierto esfuerzo de lectura. La memoria operativa del lector debe cubrir la necesidad de mantener activa la información crítica de cada variable en juego. Puestos a tomar una decisión, casi siempre hay un tiempo límite. Miramos en el estante de la leche fresca y escogemos aquella cuya fecha de caducidad sea más larga, aunque simplemente sea uno o dos días de diferencia; sin embargo, si compramos leche en *brick*, esto no parece tener tanta importancia.

La realidad no parece reflejar con tal nivel de transparencia las condiciones estimulares, su intensidad, forma y estado, de una situación de elección. Como se ha apuntado con anterioridad, la información referente a la decisión se encuentra también contenida en su dimensión temporal, marcada por la relación de contingencia a lo largo de una distribución de probabilidad. La estimación continua de la relación entre sujeto y entorno de actuación supone, en definitiva, la necesidad de considerar las *probabilidades condicionales* de una situación cambiante, entre el origen de un estado y su estado final, en el que hay que tomar una decisión. Podemos pensar que la fecha de caducidad es importante, pero el escenario cambia si el comprador es un empleado de una cafetería, que la necesita para el consumo inmediato; sabemos, a ciencia cierta, que el tiempo de decisión crítica en la operación de despegue de un avión es irrebutable, pero, aún así, no tiene el mismo efecto sobre el decisor si la pista es corta que si es larga.

Información y representación. Factores de integración y categorización del juicio de decisión. Fundamentos de la investigación.

Los modelos pavlovianos de condicionamiento establecieron cómo las respuestas del sujeto se acomodan progresivamente a las condiciones estimulares de presentación, de tal modo que su conducta se aproximaría a un patrón racionalmente predecible en la medida en que se conocen los

parámetros de tasa de condicionamiento. A principio de los años 70 surgieron los primeros modelos de aprendizaje asociativo que establecían un marco explicativo adecuado a los datos obtenidos en las investigaciones sobre comportamiento animal (N. J. Mackintosh, 1975; Pearce & Hall, 1980; R.A. Rescorla & A.R. Wagner, 1972). Sus fundamentos han sido expuestos en apartados previos de esta tesis. El foco principal de todos ellos fue intentar desentrañar las variables intervinientes en el establecimiento, consolidación e inhibición de la *fuerza asociativa* entre estímulos intervinientes en una situación experimental dada. De esta manera, se consideró que los principios básicos de regulación del aprendizaje, *continuidad*, *contingencia* y *predictibilidad*, confluían en el análisis de las características asociativas tanto de un EC, como de un EI, como de ambos.

Poco después aparecieron los primeros estudios que pusieron de manifiesto las similitudes existentes entre el condicionamiento animal y los modelos asociativos de aprendizaje causal humano (L. Alloy & Abrahamson, 1988; L. B. Alloy & Abramson, 1979; Dickinson, et al., 1984) y juicio predictivo (Einhorn & Hogarth, 1981). Desde entonces, se han sucedido una infinidad de artículos de investigación y textos de diferente índole, cuyo propósito común ha sido desentrañar las similitudes y diferencias en el comportamiento de animales y seres humanos.

Respecto a los juicios de decisión, pronto se dejaron ver las primeras consideraciones importantes. En efecto, las investigaciones sobre los diferentes sesgos o violaciones de la conducta esperada a los que ya hemos hecho referencia con anterioridad en esta tesis, se originaron alrededor de necesidad de otorgar una dimensión psicológica al concepto de *racionalidad*. Una conducta propositiva, orientada a objetivos, como la humana, planteaba el hecho inexcusable de explicar la forma en que las personas generaban representaciones cognitivas sobre la tarea y, con ello, la manera en que éstas influían en el comportamiento. Así, desde las ideas iniciales sobre el “espacio problema” (Newell & Simon, 1972), el proceso de representación se incorporó al análisis conjunto en la investigación sobre juicio de elección y decisión.

En la actualidad, parece existir acuerdo sobre la existencia integradora de mecanismos asociativos y de procesos de razonamiento sobre los juicios de decisión (Vadillo & Matute, 2007). Particularmente, el hecho de que las personas sean sensibles al tipo de información o instrucción que solicita una acción de decisión, plantea como cuestión fundamental que el gobierno de esa acción no esté únicamente dirigido por el establecimiento de relaciones asociativas sino también por procesos psicológicos superiores de razonamiento (De Houwer & Beckers, 2002b; De Houwer, Vandorpe, & Beckers, 2007b). De este modo, se hizo necesario establecer, en el conjunto de la actividad decisional, diferencias conceptuales entre juicios causales, juicios predictivos y juicios de percepción o estimación del valor. Este argumento, que enmarca la línea general de investigación de esta tesis, en la búsqueda de conocimiento sobre las relaciones integradoras entre información, representación y acción decisoria, sugirió de manera particularmente significativa, algunas ideas fundamentales para el diseño de este primer experimento. Así, si las respuestas de los sujetos variaban en función de la forma en que se

presentaba la tarea experimental, y si éste hecho es una consecuencia de la adición integradora de factores de tipo representacional en el procesamiento de la situación, podrían establecerse, entonces, diversas hipótesis experimentales sobre la base de la representación de situaciones de reforzamiento (densidad) y contingencia. Si bien los juicios predictivos anticipatorios de recompensa parecen estar guiados por algún tipo de representación sobre la probabilidad de obtención del resultado, $P(O|C)$, los juicios causales (juicios sobre el valor predictivo de fuerza asociativa) parecen integrar previamente procesos relacionados con la representación de la contingencia (Vadillo, et al., 2005), esto es, con la estimación de las diferencias probabilísticas entre presencia y ausencia de clave $P(O|C)-P(O|\sim C)$, particularmente en términos del análisis de la regla Δp (L.G. Allan & Jenkins, 1980). Con todo, cabría esperar efectos de codificación diferenciales entre el tratamiento de la información probabilística respecto a la obtención de un posible resultado y los efectos debidos a la consideración de la contingencia de reforzamiento. Esta clave se incorporó a los diseños experimentales que siguen a continuación. Así, en el experimento inicial, se planteó una tarea de juicio anticipatorio de recompensa, con la intención de observar la implicación, entre otras variables contributivas, de la probabilidad de respuesta como clave de definición de la conducta de decisión de los sujetos estudiados; en los diseños subsiguientes de la tesis, se observaron factores relacionados con la relación explicativa de la representación contingente en los juicios de decisión causales que realizaron los participantes.

5.1.2. Hacia un comportamiento racionalmente esperado. El papel de la experiencia pasada y los resultados actuales en la decisión.

Cuando una persona enfrenta una decisión en una situación novedosa, generalmente inicia un proceso basado en las propias consideraciones previas sobre los acontecimientos del mundo, de carácter generalista y universal. A partir de ese momento, las sucesivas tareas de elección permiten acumular evidencia nueva a la anterior para construir patrones de decisión en base a criterios que, más allá de ser también universales, se caracterizan, en numerosas ocasiones, por su subjetividad, por su individualidad. No obstante y pese a este hecho, los diferentes modelos de aprendizaje propuestos a lo largo de la investigación han intentado explicar las bases psicológicas que expresan las tendencias generales de respuesta de los sujetos.

¿Cómo se inclinan las personas por una u otra elección, en tareas de alternativa simple ó múltiple?. Algunos supuestos básicos confluentes e incorporados por los distintos modelos son:

1. En una tarea de juicio predictivo, las probabilidades sobre los resultados en las diversas alternativas son desconocidos.
2. La existencia de reglas de aprendizaje. La información disponible en cada ensayo es actualizable, de manera que se relacionan los estados

pasados con el resultado obtenido como consecuencia de las decisiones presentes.

3. La existencia de reglas de elección, que transforman la experiencia pasada en modelos subjetivos de decisión. Se diferencian en la manera en que la experiencia pasada está representada en la conducta de elección del sujeto. Así, por ejemplo, puede darse el caso de que la opción elegida sea aquella que contiene las máximas expectativas del sujeto, o que las elecciones pudieran estar determinadas de forma probabilística, condicionadas por el peso –la fuerza– de la expectativa.

La combinación de aprendizaje y reglas de decisión da lugar a la formulación de modelos descriptivos de aprendizaje predictivo, con planteamientos sensiblemente diferenciados. Así, en los denominados *modelos de interferencia*, sólo se actualiza la opción elegida, mientras que la no elegida permanece inalterable; por su parte, los modelos de decaimiento consideran igualmente la actualización de la opción elegida pero, además, establecen un descuento temporal sobre el valor de la opción no elegida.

A su vez, los diversos estudios han planteado diseños de exploración, descripción y explicación del juicio predictivo basados en el análisis del comportamiento individual o en el análisis de la conducta colectiva. Respecto al primer tipo, los experimentos de diseño de *paso adelante* (“one step ahead”) establecen predicciones sobre la elección futura de un jugador a partir de su experiencia pasada, estimándose los parámetros de ajuste de forma individual; por el contrario las *simulaciones de tendencia de respuesta* son generadas para predecir la proporción de elecciones promediadas sobre un conjunto de jugadores a lo largo de todo el tiempo de juego. En este caso, las predicciones del modelo son empleadas para el contraste con futuros experimentos.

Respecto al tipo de tareas, los trabajos realizados plantean, generalmente, ensayos basados en diseños simples de *doble alternativa* o diseños de *alternativa múltiple*

5.1.3. La interpretación de la experiencia en la construcción representacional.

El planteamiento adaptativo del sistema representacional del individuo conlleva la necesidad de establecer cuáles son las variables determinantes de los procesos de ajuste del sujeto, en la toma de decisiones, respecto al entorno de aprendizaje.

Como hemos anticipado, son numerosas las situaciones de la vida cotidiana en las que se desconoce la distribución de probabilidad de cada una de las alternativas de elección, en un contexto de actuación más o menos delimitado. Tan sólo, en estos casos, los sujetos tienen información relativa a la sucesión de situaciones de decisión pasadas (Barron y Erev, 2003; Erev y Barron, 2005; Hertwig, Weber, Barron y Erev, 2004). Esta influencia de la experiencia pasada

parece influir de manera crítica en la variabilidad de la relación entre la actitud al riesgo y la elección sobre aquellas alternativas de mayor incertidumbre.

Más aún, cuando parece no tenerse suficientemente en cuenta el efecto que la *tasa base* debería tener sobre la decisión final. Por ejemplo, existe una tendencia a la conservación de aquellas relaciones sociales cuya experiencia de interacción ha mostrado afinidades con nosotros respecto al modelo de destrezas sociales, mientras que casos contrarios, parece observarse un cierto decremento respecto a posibilidades futuras de interacción (Eiser, Fazio, Stafford, & Prescott, 2003; Newcomb, 1947). Ello parece dar lugar a interpretaciones asimétricas sobre las impresiones individuales respecto al establecimiento de relaciones sociales.

Junto con la densidad general de reforzamiento o de aparición de un suceso, a menudo la situaciones de decisión deben producirse en contextos en los que se presentan, de manera simultánea, varios acontecimientos en paralelo. Una persona debe decidir, por ejemplo, en cuál de las dos filas colocarse para conseguir una entrada de cine, en función de su capacidad predictiva respecto al tiempo que tardará cada una en alcanzar la taquilla.

5.1.4. Efecto de los resultados sobre la experiencia pasada.

La representación de una situación de decisión tiene una dimensión intencional y subjetiva. El conjunto de heurísticos y sesgos que fueron estudiados principalmente a partir de las transgresiones observadas a la *utilidad esperada* por parte de los humanos tuvo, partiendo de la referencia de la *teoría de prospectos*, un punto de interés particular en el análisis de los resultados de las decisiones, los *pagos*, en la modelización de tales representaciones.

Los estudios iniciales sobre los efectos anticipatorios de los pagos obtenidos y la actualización de información pasada tuvieron como objetivo analizar el impacto sobre las expectativas generadas en los sujetos respecto a la obtención de futuras recompensas (Josephs, Larrick, Steeele, & Nisbett, 1992; Zeelenberg, 1999). Con posterioridad, algunas investigaciones se centraron en estudiar el efecto de los pagos pasados sobre la tarea de decisión y la actitud hacia el riesgo (Haruvy & Erev, 2002).

El hecho de presentar aquí el papel de los resultados decisionales en la configuración de una representación de la situación de elección por parte del decisor racional, está motivado porque diversos estudios han constatado cómo la combinación, bajo ciertas circunstancias de programas de incentivo, de resultados o pagos, con la gestión en tiempo real de la información por parte del sujeto, origina sesgos interpretativos particulares, que son incorporados a la representación. Algunos datos relevantes a este respecto se expondrán a continuación.

5.1.5. Diseños experimentales en tareas de juicio de decisión.

El prototipo más reconocido de tarea empleado en la investigación sobre decisión es el denominado de *elección forzada* (Nickerson, 2004), en el que un sujeto debe elegir, como patrón, entre una serie de alternativas sobre sus posibles cursos de acción. Una versión de este formato es la que constituyen los diseños de tarea tipo “si-no”. En estos casos, la decisión se realiza sobre una posibilidad singular, siendo el problema decidir si se opta o no por coger o estimar la alternativa dada

Como hemos señalado con anterioridad, de entre las distintas posibilidades que ofrece el procedimiento de elección forzada, un tipo predominante de tareas experimentales sobre juicio y decisión ha sido el constituido por los *diseños de doble alternativa*, en cadenas concurrentes de reforzamiento. La estructura general presenta una cadena cuya devolución de resultado es segura, denominada comúnmente cadena de *pagos seguros o ciertos*, y la otra cadena (utilizada generalmente como test experimental), que contiene información probabilística respecto al resultado devuelto, denominada cadena de *pagos inciertos*.

En general, los resultados coincidentes en este tipo de tareas de elección han puesto de manifiesto la existencia de *conductas adaptativas* por parte de los seres humanos (Burgos, 2002; Denrell, 2005, 2007; March, 1996). El procesamiento subóptimo respecto al valor de utilidad esperada en la cadena incierta, caracterizado por un patrón asintótico de aversión al riesgo sería la consecuencia de un ajuste conservador respecto a la experiencia vivida por el sujeto.

En la conducta del decisor racional que se inclina por una preferencia sobre la alternativa cierta frente a otra de mayor valor pero probabilidad significativamente baja, parecen incidir dos mecanismos de procesamiento. Por un lado, la presencia de un *sesgo de estimación* generado por la presencia de eventos raros (Erev & Barron, 2005; Hertwig, Barron, Weber, & Erev, 2004; E. U. Weber, Shafir, & Blais, 2004). Según este planteamiento, los sujetos tienden a subestimar el valor de los pagos cuya representación es muy escasa, a pesar de su alto valor. Un segundo mecanismo, denominado *ejemplificación adaptativa* (Barron & Erev, 2003) expresa el modo en que los individuos ajustan su patrón de elección en función de la experiencia de resultados sobre la alternativa incierta, de tal modo que si el pasado se muestra como una sucesión de estados fallidos respecto al resultado, la regla de ejemplificación adaptativa expresaría una merma en la estimación del valor esperado sobre esa alternativa, por lo que disminuiría la probabilidad de ser elegida. Lo contrario sucedería en el caso de un incremento sobre la estimación.

En realidad, este mecanismo impone, a su vez y de manera adicional, un *sesgo sistemático de estimación* (Denrell, 2005; Denrell & March, 2001; Fazio, Eiser, & Shook, 2004) si el decisor sobreestima el pago esperado, entonces tenderá a elegir la alternativa incierta y, por tanto, existirá la posibilidad de ajustar el error, mientras que si, por el contrario, el agente decisor tiende, en base a la experiencia pasada a subestimar el pago esperado (su probabilidad

de ocurrencia), entonces, tenderá a alejarse, en la preferencia, de la elección sobre la alternativa incierta, con lo que no podrá generar procesos de corrección del error. Como resultado, los sujetos, tras pasar por una serie de sucesivas etapas de aproximación y alejamiento de la estimación del valor esperado, alcanzarían un estadio final de subestimación del mismo, sobre la alternativa incierta, incluso en el caso de distribuciones simétricas (Denrell, 2005).

La decisión de las personas está guiada, bajo estas condiciones específicas de experimentación, por la interpretación de la frecuencia de resultados devueltos en la cadena incierta, la cual genera una representación progresiva de la situación de decisión, a medida que ésta ocurre, de manera simultánea. Sin embargo, lo característico a nivel de conducta psicológica es cómo, a lo largo de este proceso, las estimaciones subjetivas muestran tendencias –o sesgos estimativos– de elección que les alejan del patrón óptimo, expresado por el valor de utilidad. En otros términos, si el valor esperado no coincide con el valor probable de devolución de una distribución de reforzamiento en la que el individuo no tiene información a priori, la probabilidad de elección de esa alternativa decae por debajo de 0.5 cuando se combina con una cadena de elección cierta y devolución de magnitud 0. En general, los individuos tenderán a evitar la alternativa incierta cuando los últimos resultados obtenidos sean *pobres* (Denrell, 2007).

El modo en que los sujetos generan una representación de la distribución de probabilidad de resultado depende, al menos, de la experiencia del sujeto. En este sentido, una cuestión importante es determinar las condiciones bajo las cuales se decide elegir una alternativa incierta. Los experimentos clásicos sobre el problema del *bandido armado en una mano*¹ (one-armed bandit, (Berry & Fristedt, 1985) han puesto de manifiesto la posible existencia de umbrales de decisión en relación a la interpretación del valor esperado de los eventos pasados (Burnetas & Katehakis, 1997). Si el valor actual de una elección supera el umbral mínimo, entonces, el sujeto elegirá la alternativa incierta .

¹ Los diseños del bandido *armado en una mano*, también conocidos como la *máquina tragaperras*, siguen el diseño característico de una máquina de juego, en la que el *input* único es un brazo lateral sobre el que actúa el participante para hacer girar los tornos de juego (Lin & Ju, 2000). Ideado inicialmente por un inmigrante alemán llamado Charles Fey en 1899, los símbolos originales empleados fueron cartas; posteriormente, Herbert Mills introdujo símbolos de frutas, así como la cantina y la campana, introduciendo también el premio principal. Para una máquina de este tipo que contenga tres carros con 20 símbolos en cada uno, las posibilidades de obtener el gran premio son de 8000 a 1

5.2. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS EXPERIMENTALES

Hipótesis 1

La conducta de decisión, en tareas de elección forzada, está condicionada por la densidad de reforzamiento, entendida como la tasa de recompensas suministradas a lo largo de una secuencia experimental. Al aumentar la densidad, la respuesta de los sujetos, en forma de presión sobre el teclado que predice las recompensas también aumentará, disminuyendo en caso contrario.

Hipótesis 2.

En una tarea de decisión compleja, en la que intervienen dos cadenas de reforzamiento simultáneas cuyos ensayos experimentales se intercalan aleatoriamente, los sujetos discriminan la estructura interna de reforzamiento, presentando patrones de respuesta definidos para cada una de las cadenas.

Hipótesis 3.

La introducción de variables de contracondicionamiento en situaciones de reforzamiento combinado produce efectos paradójicos sobre la representación de la tarea, cuya vertiente conductual se expresa en términos de variación de patrones de respuesta de los sujetos, que se desvían del óptimo esperado (patrón de densidad programado). Estos efectos paradójicos se entienden como efectos de reacción de los sujetos ante situaciones en las que el participante espera que la recompensa esté asociada con la tecla que predice su devolución y lo que observa es que la tecla que no la predice también devuelve un refuerzo positivo (presionar el “no” y coincidir con el ensayo de devolución nula en la cadena de alta densidad); lo mismo ocurrirá si el sujeto espera que el acierto en la respuesta está asociado con la ausencia de recompensa y, por el contrario, obtiene un resultado positivo al cambiar, tentativamente, su decisión (presionar el “sí” y coincidir con el ensayo de devolución alta en la cadena de baja densidad).

Hipótesis 4.

En la representación de la situación de decisión compleja se codifican variables de carácter múltiple, además de la densidad, la magnitud de recompensa, en términos de valor esperado (magnitud x probabilidad) genera patrones de decisión específicos y solapados con la densidad de reforzamiento.

5.3. Método.

5.3.1. Participantes y aparatos,

En el experimento 1 participaron un total de 34 sujetos, mujeres, de edades comprendidas entre los 21 y los 26 años (media=22,4), estudiantes de tercer curso de Magisterio de la Facultad de Educación.

El procedimiento experimental y los datos de realización de los participantes fueron recogidos en cuatro ordenadores portátiles *Toshiba*, con procesador *Intel Core Duo*. Los ordenadores fueron colocados en una sala organizada al efecto, uno en cada esquina, de tal modo que ninguno de los participantes tenía acceso visual directo sobre la pantalla de los otros tres. La investigación se aplicó formando grupos aleatorios de cuatro personas, que pasaban a la sala experimental sólo una vez que habían finalizado todos los componentes del grupo anterior.

5.3.2. Diseño General.

La estructura general del juego consistía en dos fases, diferenciadas por sus respectivas instrucciones de tarea. La primera de ellas, denominada Fase I, tenía por objetivo la observación de actitudes de riesgo en la selección de prospectos (pares de estímulos con recompensas asignadas); la segunda, se diseñó como un procedimiento de reforzamiento en dos cadenas, alta y baja densidad, ambas siguiendo un formato de doble alternativa de elección forzada (2AFC). Los ensayos correspondientes a cada cadena fueron aleatorizados y simultaneados entre sí, a lo largo de un bloque experimental.

El experimento fue creado utilizando como soporte de programación el software *FlxLab*, versión 2.2.

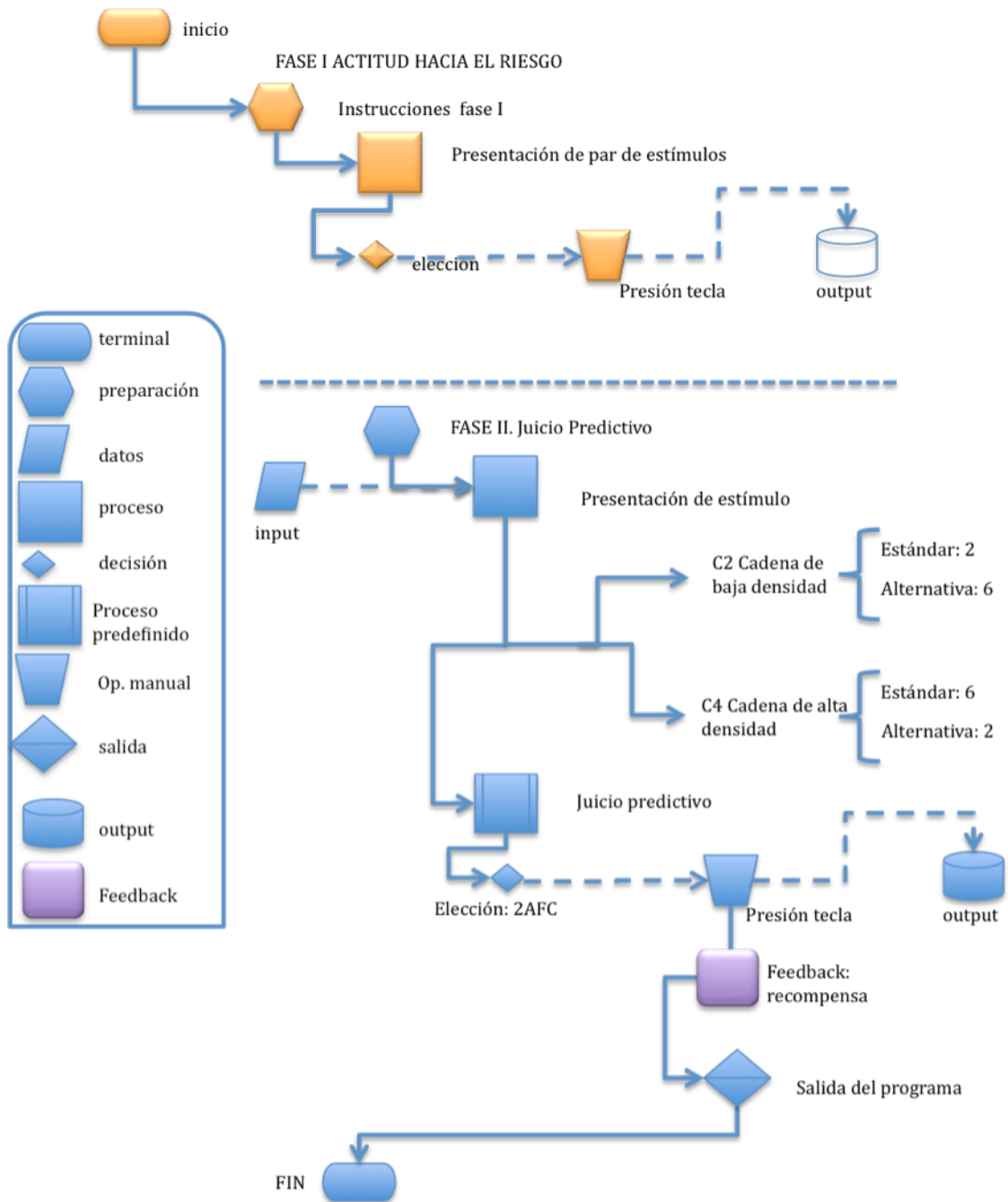


Figura 18. Diagrama de flujo del diseño experimental.

5.3.3. Estímulos.

5.3.3.1. Organización preliminar de estímulos.

Cuando una persona se enfrenta a una tarea de decisión, su conducta parece estar regulada por el valor esperado de la recompensa, junto con el grado de incertidumbre asociado a la misma (Tobler, 2006). A su vez, la actitud hacia el riesgo ha sido asociada neurofuncionalmente con los patrones de respuesta diferenciales de los sujetos ante situaciones experimentales en las que se varía la relación entre el valor esperado de las recompensas y el nivel de incertidumbre asociado al sistema temporal de decisión, expresado éste en términos de las diferencias respecto al valor esperado a lo largo de una distribución de probabilidades. Todo ello, hace pensar en la existencia de mecanismos diferenciados de codificación para variables críticas en la decisión humana, especialmente en situaciones de complejidad informativa, como son la magnitud, la probabilidad, el valor esperado y la incertidumbre.

Con objeto de demostrar evidencia empírica de tales hechos, el equipo de Phillipe N. Tobler (Tobler et al., 2006), diseñó un sistema de presentación de

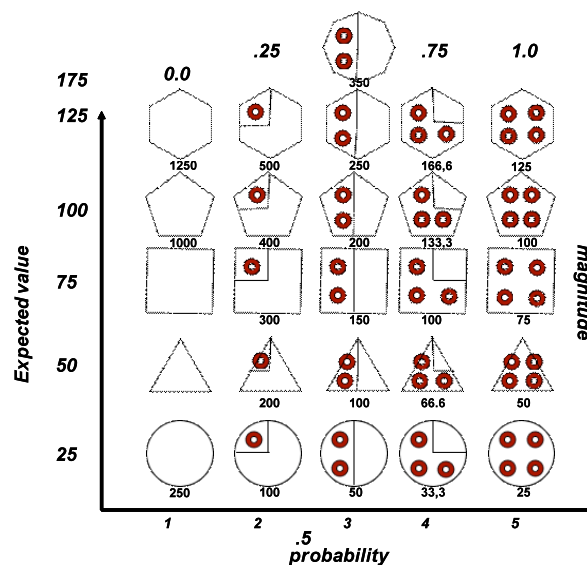


Figura 19. Organización general de estímulos para la realización de los experimentos de la tesis.

estímulos basado en una matriz bidimensional en la que se expresaban un total de 12 estímulos distribuidos en función de su magnitud y su probabilidad. De este modo, la matriz así formada expresaba diferentes niveles de valor esperado. A lo largo del experimento, se diseñaron bloques de 48 ensayos, en los que se distribuyeron de manera aleatoria los conjuntos distribuidos de recompensas y no recompensas, de acuerdo con los límites establecidos por la probabilidad experimental, de tal modo que la suma de las recompensas

presentadas equivaldría al valor esperado (la media aritmética de las recompensas) total del sistema de presentación.

Se diseñó inicialmente una matriz conteniendo 26 estímulos, agrupados en función de dos variables, valor esperado y probabilidad, según los términos que se detallan a continuación.

Valor esperado: se definieron cinco niveles, diferenciadas entre sí por un espacio de 25 puntos, más un nivel adicional con una única figura, distanciada, en este caso, por 50 puntos. De este modo, los estímulos se dispusieron por filas.

De igual modo, se reagruparon las figuras por columnas, distribuidas en cinco conjuntos, cuyas probabilidades eran 0, 0,25, 0,50, 0,75 y 1.

Los estímulos presentados consistían en figuras geométricas planas, sin relleno, conteniendo círculos de color rojo granate en su interior. Las dos dimensiones formales de cada estímulo caracterizaban, a su vez y en base a la plantilla estimular anteriormente descrita, a los parámetros individuales de las variables experimentales (valor esperado y probabilidad). De este modo, el número de aristas de cada polígono representa una función lineal del incremento de valor esperado, mientras que el número de círculos interiores de color rojo representaría formal y linealmente el incremento en la variable probabilidad (obsérvese que en el inicio, la figura ausente de aristas y de círculos interiores es un círculo en blanco, representando el valor mínimo asignado al valor esperado, 25, así como $p=0$).

Con la distribución así establecida de las figuras geométricas en la matriz de estímulos inicial, asignamos las correspondientes magnitudes a cada objeto, de tal manera que no altere las restricciones experimentales impuestas por las variables que la definen (valor esperado y probabilidad). Así, por ejemplo, un triángulo con un círculo tendría asignada una magnitud de recompensa de 200, mientras que el mismo triángulo con cuatro círculos tendrá una asignación de 50 puntos de recompensa. Entendiendo que el valor esperado es, en circunstancias de caso único, equivalente al producto de la magnitud de recompensa por su valor de probabilidad, con estas magnitudes conseguimos equiparar ambos objetos en la variable VE, de tal modo que ambas figuras reportarían, en una situación de decisión experimental, la misma cantidad esperada.

De manera análoga, el tratamiento de la probabilidad sigue el mismo desarrollo que en el caso del valor esperado. Así por ejemplo, un cuadrado de dos círculos interiores, cuya asignación de magnitud de recompensa es de 150 puntos tendría la misma probabilidad de aparición que un hexágono con el mismo número de círculos interiores cuya magnitud de recompensa sea de 250 puntos.

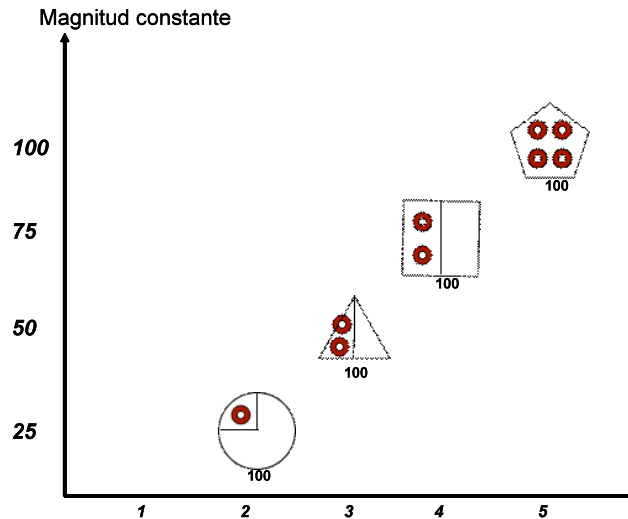


Figura 20. Conjunto de cuatro elementos, extraídos de la matriz general, que mantienen su magnitud de recompensa variable, mientras se hace variar su probabilidad y, por tanto, su valor esperado

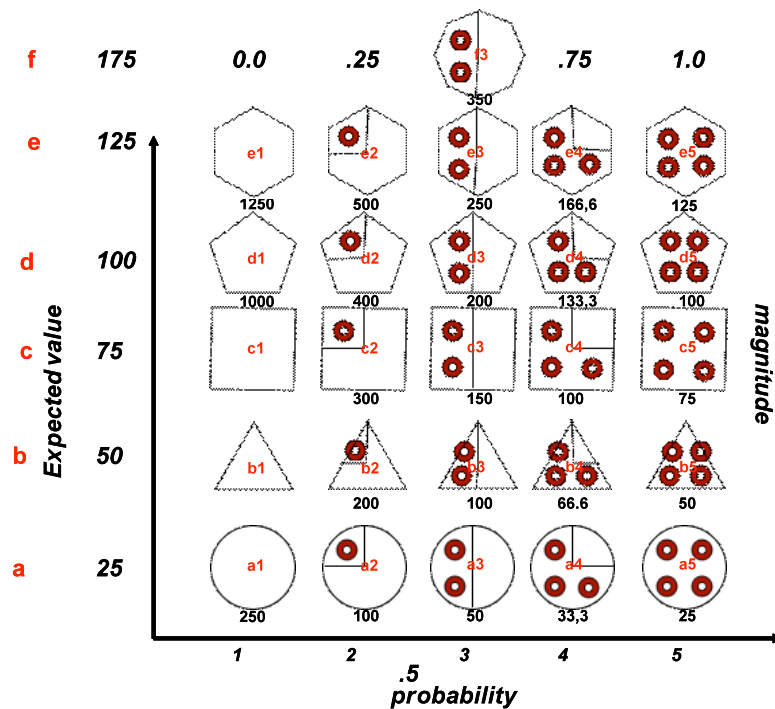


Figura 21. Codificación de estímulos experimentales a partir de la Matriz General del diseño experimental

Una tercera posibilidad de manejo de los elementos contenidos en la matriz posibilitaría el análisis de la variabilidad del valor esperado y la probabilidad en situaciones en las que se mantiene la magnitud de recompensa constante, de este modo, podríamos utilizar, a modo de ejemplo, cuatro iconos diferentes con magnitud 100, tal y como aparece en la Figura 20

5.3.3.2. Codificación de estímulos.

A efecto de manejo para la aplicación y análisis experimental, los elementos contenidos en la matriz fueron codificados mediante la superposición de una rejilla cartesiana, constituida por los primeros números (eje de abscisas) y las primeras letras del abecedario (eje de ordenadas). El resultado puede observarse en la Figura 21. Según esta disposición, un pentágono con un solo círculo interior sería la figura C2, mientras que un triángulo con cuatro cuadrados interiores se correspondería con la figura A5.

5.3.4. Procedimiento. Fase I. Evaluación de perfiles de actitud hacia el riesgo.

En la primera fase del experimento, evaluamos la preferencia de los participantes mediante una presentación concurrente de estímulos previa a la tarea de decisión. El objetivo era valorar las actitudes hacia el riesgo dentro del rango de magnitudes y probabilidades expresadas en la matriz general de estímulos diseñada en el procedimiento experimental.

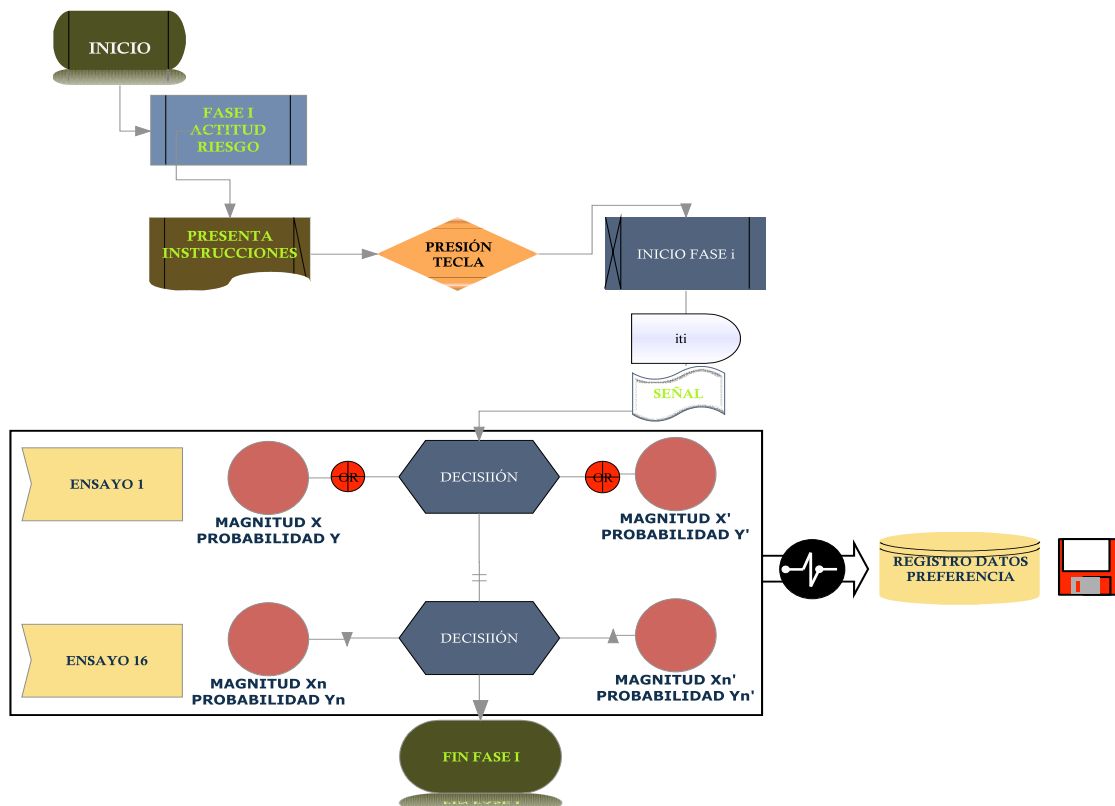


Figura 22. Diagrama de Flujo correspondiente a la planificación de tarea de la Fase I del experimento

5.3.4.1. Selección y organización de estímulos para la Fase I.

En la tarea experimental se utilizaron iconos pertenecientes a la matriz general presentada con anterioridad, en función de los requerimientos de tarea del diseño experimental.

Para la realización de la tarea de seleccionaron 20 pares positivos y 20 pares negativos. De entre ellos, la mitad de los pares positivos pertenecían al grupo de control mientras que la otra mitad pertenecerían al grupo de prueba.

Para configurar el grupo de prueba, los diez pares positivos y negativos se crearon utilizando un conjunto de diez estímulos. Con objeto de que los pares presentados mantuviesen constante el valor esperado, se agruparon en pares a partir de tres subconjuntos (Figura 23B) clasificados como de alto valor esperado ($VE=125$), medio valor esperado ($VE=75$) y bajo valor esperado ($VE=25$). Cuatro iconos, respectivamente, pertenecían a la primera y última subcategoría, mientras que dos pertenecían a la categoría de valor esperado medio. Con ellos, se crearon seis pares de estímulos (Figura 23C) de alto valor esperado, tres pares de bajo valor esperado y un par de valor esperado medio. A su vez, los estímulos se clasificaron en función del factor de distancia marginal de las magnitudes representadas, de tal modo que se presentaron tres pares con factor distancia marginal 1, otros cuatro pares con factor distancia marginal 2 y tres pares con factor distancia marginal 3, según muestra la Tabla 11.

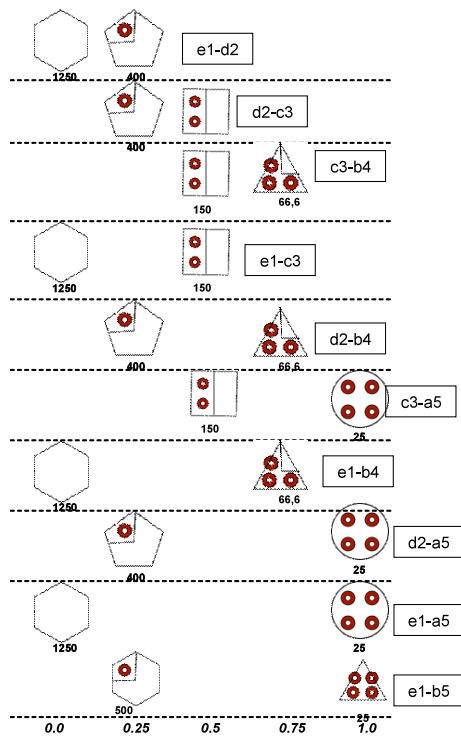
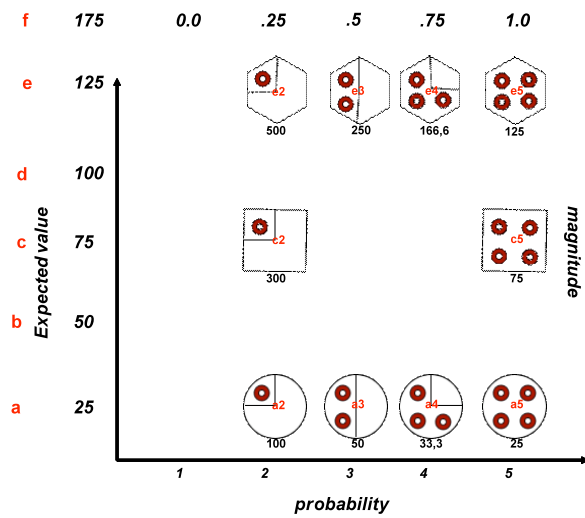
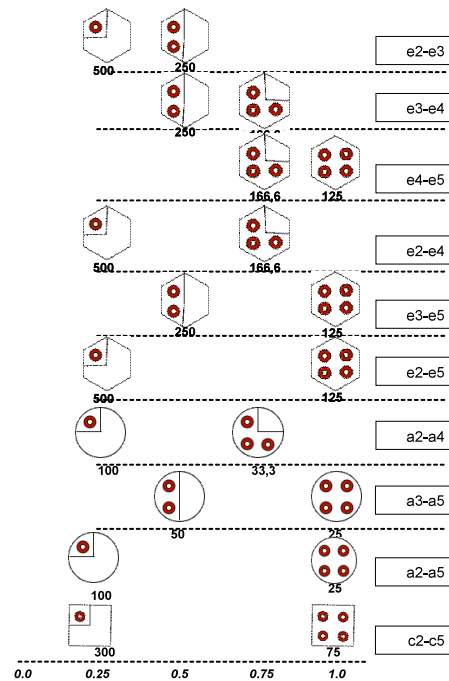


Figura 23. A. Organización de pares estímulares en el grupo de control (ganancias)



B. Estímulos seleccionados en el conjunto de prueba.



C. Pares del grupo de control (positivos), en la Fase I del experimento

Estos mismos pares de estímulos fueron empleados en los ensayos de elección preferente sobre pérdidas, con signo negativo, de tal modo que se conservaron los criterios establecidos respecto a los niveles de valor esperado y al factor de distancia marginal.

Tabla 11. Distribución de pares de estímulos positivos en la Fase I del experimento, en función del factor distancia marginal.

signo	factor dist magn	par	margen abs	VE prospecto
>0	1	e2-e3	250	0
>0	1	e3-e4	83,4	0
>0	1	e4-e5	41,6	0
>0				0
>0	2	e2-e4	333,4	0
>0	2	e3-e5	125	0
>0	2	a2-a4	66,7	
>0	3	e2-e5	375	
>0	3	a2-a5	75	
	3	c2-c5	225	
>0				
	2	a3-a5	25	

(absoluto) del prospecto es equivalente a 100 puntos $[(1250 \times 0) + (400 \times 0.25)]$.

Con tal organización, se dispusieron un total de 4 pares cuyo factor de distancia marginal era de 1, tres pares con factor 2, dos pares con factor 3, y un para con factor de distancia marginal 4. A medida que el factor de distancia marginal aumenta, es mayor la diferencia entre el valor esperado del primer término del prospecto y del segundo. Cabe indicar, a modo de observación particular, que en este caso, a diferencia de la organización establecida para el conjunto de prueba, hemos incluido imágenes que representaban la probabilidad nula, con objeto de identificar más claramente situaciones de decisión en relación con la comprensión de la probabilidad por parte del sujeto.

El grupo de control fue duplicado, al objeto de incorporar un subconjunto de pares que representasen prospectos en situación de pérdida. Para ello, se asignaron valencias negativas al valor de recompensa de las imágenes utilizadas. Con ello, generamos un conjunto de magnitud especular respecto a los pares positivos del grupo de control, lo que permitiría realizar análisis post-aplicación en relación a la conducta de decisión ante situaciones de riesgo respecto a ganancias y pérdidas.

En el caso del grupo de control, la selección de estímulos se llevó a cabo siguiendo el mismo criterio establecido por el factor de distancia marginal que en el conjunto de prueba. Así, se eligieron un total de 10 figuras agrupadas en pares. Cada par expresaba, en este caso, diferentes magnitudes, probabilidades y, además, valor esperado. Así, por ejemplo, se agruparon un hexágono con un círculo interior, cuya probabilidad de recibir 1250 puntos de recompensa era de 0, junto a un hexágono con dos círculos interiores, cuya probabilidad de recibir 400 puntos con $p=0.25$. En esta situación, el valor esperado

5.3.5. Descripción de la tarea.

Los participantes se sentaban en una silla dispuesta frente al ordenador, en la sala experimental. La aplicación se realizaba en grupos de cuatro personas. Cada equipo informático fue colocado de tal modo que sólo podía ver la pantalla del ordenador correspondiente el sujeto encargado de la realización de la tarea, de manera que se imposibilitase cualquier tipo de comunicación en interacción entre las personas que realizaban tareas en paralelo.

En el momento de sentarse, los participantes se encontraban con el ordenador correspondiente encendido y con una pantalla de entrada al experimento diseñada como estándar para todos los sujetos por igual, en la que se indicaba la codificación del experimento, el objetivo de la aplicación en relación a la realización de la tesis doctoral, nombres del doctorando y director de tesis, así como el departamento de la Facultad de Psicología, según puede observarse en la Figura 24

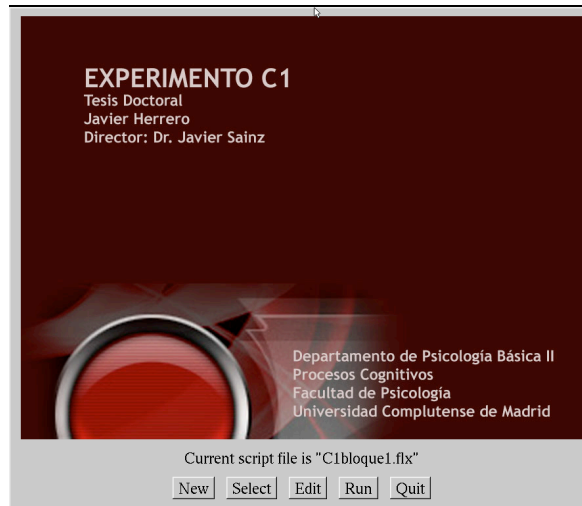


Figura 24. Pantalla de entrada al experimento

Antes de iniciar el procedimiento, el experimentador introducía el experimento, informando a los participantes, mediante el siguiente mensaje:

“Gracias por participar en este experimento. Antes de comenzar, os informo de que vais a realizar dos tareas diferentes. Cada una de ellas está perfectamente indicada en el ordenador, de manera que las identificaréis por las instrucciones que os aparecerán. Tan sólo tendréis que seguir esas instrucciones y realizar la tarea en base a lo que se os proponga hacer. La segunda tarea consta de seis bloques que irán apareciendo a medida que vayáis avanzando en la actividad. Al finalizar el bloque 6, el ordenador, parará la actividad y finalizará la tarea, con lo que podréis levantaros y abandonar la sala. Ahora, al inicio de la primera tarea, se os pedirá que introduzcáis algunos datos de control, anónimos, que nos servirán como registro para el trabajo de análisis experimental. Para ello, os pido que introduzcáis vuestros cuatro primeros dígitos del documento nacional de identidad, así como algunos otros datos que se el ordenador os solicitará. ¿Tenéis alguna pregunta?. Bien, podéis empezar”

En este momento, se esperó unos segundos para el planteamiento de preguntas por parte de los participantes. No se respondían cuestiones relativas al tipo de tarea a realizar o a las instrucciones que se iban a encontrar los participantes. En su lugar, se les animaba a esperar al inicio del procedimiento. Una vez finalizado el subproceso de resolución de dudas iniciales, se les invitaba a prestar atención sobre el menú dispuesto al efecto sobre la base de la pantalla de entrada, y a pulsar con el ratón sobre el botón denominado “run”.

La pantalla del ordenador muestra, entonces, el siguiente texto:

“A continuación se te presentaran pares de imágenes. En cada par se indican cantidades de puntos que podrás ganar con una cierta probabilidad, siguiendo este patrón de ejemplo:

“X% (de probabilidades de ganar) +Y euros”

“X% (de probabilidades de perder) -Y euros”

Tu tarea consiste en elegir una de las dos propuestas de ganancia, correspondientes a cada imagen.

Para elegir, tendrás que presionar la tecla Z, si eliges la imagen de la izquierda, y la tecla N, si eliges la imagen derecha, por cada ensayo.

Si tienes alguna cuestión, por favor, consulta al experimentador.

Presiona cualquier tecla para comenzar”

5.3.5.1. Intervalo entre ensayos.

Una vez contestadas las posibles cuestiones suscitadas tras la lectura de las instrucciones, el sujeto pulsa una tecla para continuar. Tras ella, se inicia una demora fija de 100 ms. Este tiempo designará, a partir de entonces, el intervalo entre ensayos (*ITI*) y expresa el tiempo transcurrido entre el final del ensayo anterior (última tecla de decisión presionada) y el inicio del ensayo subsiguiente (aparición de la señal de inicio de ensayo).

5.3.5.2. Tarea experimental.

Como se ha comentado anteriormente, a partir de la matriz general de estímulos fueron extraídos dos conjuntos de imágenes poligonales. Uno de ellos expresaba las condiciones del grupo control; el segundo, expresaba las condiciones del grupo sujeto a prueba experimental.

Se diseñó una tarea concurrente, en la que, de forma sucesiva, fueron presentados pares de estímulos. Se crearon dos grupo, control y test. Los pares del grupo de control tenían idéntico valor esperado, mientras que los pares del grupo de prueba tenían diferente valor esperado. Los sujetos debían señalar cuál de los dos estímulos de cada par preferían. Para ello, contaban con la información de la probabilidad y la magnitud para cada uno de los estímulos. De este modo, los sujetos debían decidir en cada ensayo entre estímulos asociados con una alta y baja incertidumbre (variando la probabilidad), pero con el mismo valor esperado.

Para la determinación cuantitativa de la tendencia de respuesta respecto a la preferencia conductual, se estableció un factor de aversión al riesgo. Cada vez que el participante elegía el estímulo de mayor certidumbre, el factor de aversión al riesgo se incrementaba en una unidad (partiendo del nivel 0), mientras que la elección preferente sobre el estímulo de mayor incertidumbre

(menor probabilidad), el factor de riesgo se decrementaba en una unidad. De este modo, un promedio positivo en el resultado final del factor de aversión al riesgo indicaba la presencia de un perfil de tendencia de conducta aversivo al riesgo, mientras que un factor negativo indicaría un perfil de búsqueda de riesgo. Por último, un resultado promedio de 0 sería indicativo de una tendencia neutra respecto al riesgo en la decisión de prospectos.

5.3.5.3. Desarrollo de la tarea.

Cada sujeto tenía que leer las instrucciones. Tras ellas, se iniciaba una demora de 1000 ms. Una vez transcurrida la demora, aparece una cruz de color negro en el centro de la pantalla. El tamaño de la cruz se fija, para todos los ensayos, en 25 puntos. El propósito experimental de la señal es focalizar atención en un punto estable situado entre ambas opciones para cada alternativa de elección, estableciendo siempre un punto de fijación equivalente como indicador inicial de rastreo visual de la información de pantalla. De este modo, se evitan sesgos producidos por latencias diferenciales en el rastreo de fijación respecto a la información contenida en cada una de las opciones.

La latencia de la presentación de la cruz quedó fijada en 750 mseg., tras los cuales, se implementó en el guión de programación un comando de limpieza de pantalla, seguido inmediatamente de una demora inducida de 250 mseg., con objeto de facilitar la percepción de intercambio de figuras en pantalla.

5.3.7. FASE II. Experimento: Efectos de densidad y contingencia sobre decisión y juicio predictivo en una tarea de ambivalencia compleja

5.3.7.1. Introducción

En la fase experimental previa se recogió información relativa a la actitud al riesgo de los participantes, en función de la conducta resultante de los juicios de preferencia realizados sobre los pares de cada prospecto presentado. En esta segunda fase, nos propusimos analizar los patrones de aprendizaje en una situación de ambivalencia compleja, con objeto de poder establecer relaciones, en un análisis posterior, entre los resultados de ambas fases.

Definimos, a efectos experimentales, la ambivalencia compleja como un concepto técnico que define una situación de decisión determinada por más de dos variables que interactúan de manera simultánea, tanto a nivel de evento (individual) como a lo largo de una secuencia temporal (dimensión contingente).. De este modo, se han manejado experimentalmente la magnitud, el valor esperado y la incertidumbre, como variables intervinientes a lo largo de un procedimiento de elección sucesiva. Siendo el valor esperado el resultado de la interacción entre magnitud y probabilidad, se ha controlado su efecto igualando la medida en ambas cadenas de reforzamiento, de manera que se manejarán de manera independiente la magnitud, la densidad de presentación de estímulos –imágenes- y la ocurrencia de recompensa.

5.3.7.2. Diseño experimental.

A continuación de la Fase I se implementó un programa informatizado que presentaba la tarea a través de la pantalla de un ordenador. Cada participante continuaba sentado frente a él. Al finalizar el último ensayo de la Fase I, se presentaban la instrucciones correspondientes a la Fase II, fijándose, en este momento, el inicio del procedimiento experimental.

5.3.7.3. Instrucciones.

En el momento inicial, previo a la Fase I, se informaba a los sujetos que aparecerían instrucciones en cada una de las dos fases del procedimiento experimental. En este caso, la pantalla muestra, sobre fondo blanco y un tipo de letra de 25 puntos y una fuente URWPalladio, el siguiente texto:

“Este experimento consiste en una sucesión de apuestas. En cada ensayo veras una cruz (+) tras la cual aparecerá una figura. Tu tarea es adivinar si el ordenador te dará o no una recompensa y conseguir el

mayor número de puntos posible. Para ello, deberás pulsar la tecla "s" si crees que te la va a dar, o "n" si piensas que no te la dará.

Cada vez que tu pronóstico sea acertado, obtendrás una cantidad de puntos. Recuerda, debes mirar cada imagen y adivinar si te dará recompensa pulsando "s" o "n".

Si tienes cualquier duda, por favor, pregunta ahora al experimentador.

Muchas gracias por tu participación.

PRESIONA CUALQUIER TECLA PARA INICIAR EL EXPERIMENTO"

5.3.7.4. Intervalo entre ensayos.

Una vez contestadas las posibles cuestiones, en su caso, la tarea experimental se inicia, una vez pulsada cualquier tecla, con el inicio del intervalo entre ensayos (ITI), que introduce una demora variable desde el momento final de cada ensayo hasta el inicio del ensayo subsiguiente. El objetivo principal fue reforzar que los sujetos considerasen los ensayos individuales como fuente principal de aprendizaje, de modo que el final de un ensayo no pudiese predecir el inicio del siguiente. Para calcular el valor del ITI, los intervalos variaban entre 1 y 8 segundos, de acuerdo con una distribución de Poisson, cuya media se estableció en 3 segundos. La ecuación empleada que establece la función de distribución es:

$$f(k; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

donde λ es el número esperado de sucesos, y k , el número esperado de ocurrencias de un valor determinado en ese intervalo, siendo k un número entero no negativo).

Tabla 12. Presentación del número de intervalos según distribución de Poisson para el cálculo del ITI. (media=3; n° ensayos=96).

demora ITI	probabilidad	Niti 96	n° absoluto
1	0,149361205103596	14,3386757	14
2	0,224041807655393	21,5080135	23
3	0,224041807655393	21,5080135	24
4	0,168031355741545	16,1310102	17
5	0,100818813444927	9,67860609	10
6	0,050409406722464	4,83930305	5
7	0,021604031452484	2,07398702	2
8	0,008101511794682	0,77774513	1
SUMA	0,94640994		96

Una vez extraídos los valores relativos mediante la utilización de la ecuación de Poisson, se establecieron los valores absolutos que figuran en la Tabla 12 con objeto de completar el total de 96 ensayos que contenía la prueba.

A partir del momento inicial, el ITI establecía el tiempo de demora entre la última pulsación de tecla del ensayo anterior y la aparición de la señal de inicio de nuevo ensayo.

Con los datos de la distribución establecidos, se generaron 96 intervalos cuyo valor oscilaba entre 1 y 8, y se aplicaron a los 6 bloques experimentales, una vez sometidos a un procedimiento de aleatorización. Para conseguir esta aleatorización se empleó el comando correspondiente de Fxlalab.

5.3.7.5. Señal de inicio de nuevo ensayo.

Tras el intervalo entre ensayos, se presentaba en pantalla una cruz de color negro y tamaño 25 puntos. La señal aparecía en el centro de la pantalla y su objetivo era el mismo que en la disposición de la primera Fase del experimento. Para ello, se programó una sentencia particular en el primer bloque anidado del guión general, que contenía los comandos y variables correspondientes:

Tras la presentación de la señal de inicio de ensayo, se iniciaba una demora fija de 500 mseg., tiempo de permanencia de la cruz. Entonces, la pantalla se limpiaba y tras ello sucedía una nueva demora fija de 500 mseg. Transcurrido éste último intervalo, se iniciaba la presentación de estímulos.

5.3.7.6. Selección y organización de Estímulos.

Los estímulos utilizados en el experimentos fueron extraídos de la matriz general de estímulos presentada en esta tesis. Al igual que en la fase anterior,

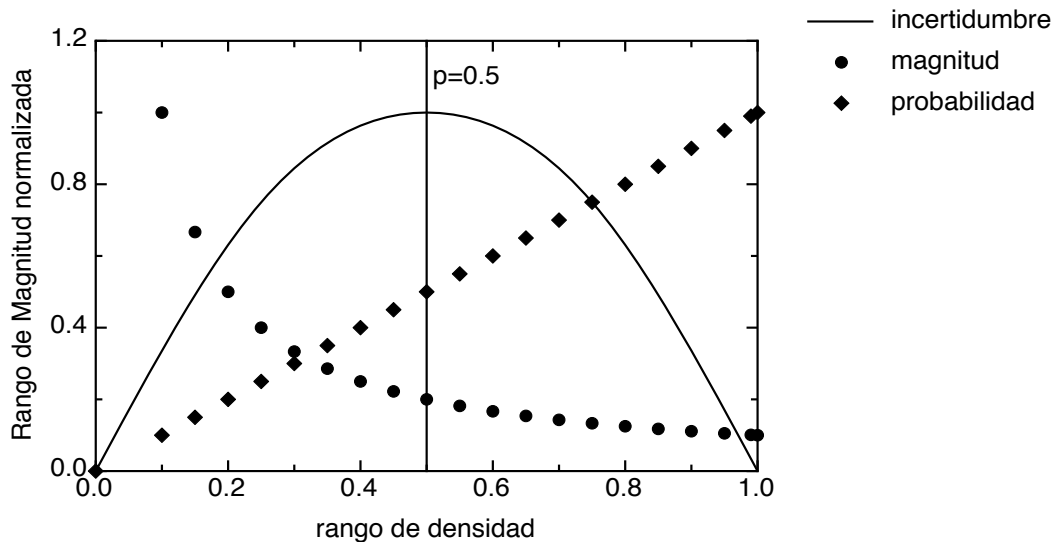


Figura 25. Distribución de magnitud (M), probabilidad (p) e incertidumbre (I), para un valor esperado constante (en este caso, $VE=75$). Los datos pueden observarse en la tabla N

su tamaño fue de 158 x 158 pixels. Fueron diseñados mediante el empleo de

Figura 26				
p	VE	M	I	
0	75			0
0,1	75		750	
0,15	75		500	
0,2	75		375	
0,25	75		300	0,75
0,3	75		250	
0,35	75	214,285714		
0,4	75		187,5	
0,45	75	166,666667		
0,5	75		150	1
0,55	75	136,363636		
0,6	75		125	
0,65	75	115,384615		
0,7	75	107,142857		
0,75	75		100	0,75
0,8	75		93,75	
0,85	75	88,2352941		
0,9	75	83,3333333		
0,95	75	78,9473684		
0,99	75	75,7575758		
1	75		75	0

Photoshop CS4 y exportados en formato *bmp*, soportable por el software de programación empleado en la ejecución. En concreto, se emplearon el estímulo C2, correspondiente a un cuadrado con dos círculos interiores de color rojo, cuya magnitud inicial de recompensa era de 300 y su probabilidad de devolución de 0.25, con lo que su valor esperado era de 75, y el estímulo C4, correspondiente a un cuadrado con 3 círculos interiores de color rojo, cuya magnitud inicial era de 100, su valor probabilística de devolución de 0,75 y, por tanto, su valor esperado equivalía a 75, valor de la otra imagen utilizada.

Estos estímulos fueron seleccionados de entre los demás posibles con la intención de generar un entorno experimental lo más controlado posible en el que se mantuviese constante el valor esperado en los términos del sistema de elección y se pudiese manejar la probabilidad de recompensa en términos de distribución temporal de reforzamiento, con lo que el sujeto sólo observaría directamente como referencia la magnitud de

recompensa en cada ensayo. Este hecho, permitía, además, considerar niveles equiprobables de aparición de la distribución de recompensa y castigo, en relación con la incertidumbre contenida en el experimento, a lo largo tanto de los bloques independientemente como de los ensayos totales de la fase experimental; es decir, el nivel de incertidumbre establecido podía considerarse como medio, equivalente a 0.5, para cada una de las dos ramas experimentales, si tenemos en cuenta que en una situación de probabilidad media, el nivel de incertidumbre es máximo y que, por el contrario, si la probabilidad es total o nula, el nivel de incertidumbre equivale al valor 0.

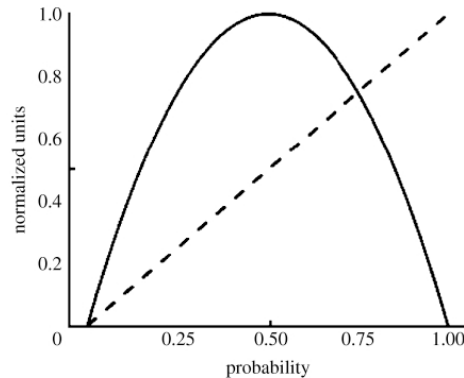


Figura 27. Representación de la incertidumbre (riesgo) en una distribución de probabilidad

Como puede observarse en la Figura 25, la gráfica de la probabilidad sigue, para un valor esperado de 75, una función incremental al tiempo que se reduce la magnitud.

Tanto el valor esperado como el riesgo pueden considerarse como función de la probabilidad de recompensa. La recompensa esperada, medida como las expectativas matemáticas de la recompensa, aumenta linealmente a medida que lo hace la probabilidad de recompensa. El riesgo, medido como la varianza de recompensa (o como su raíz cuadrada, la desviación típica), modela

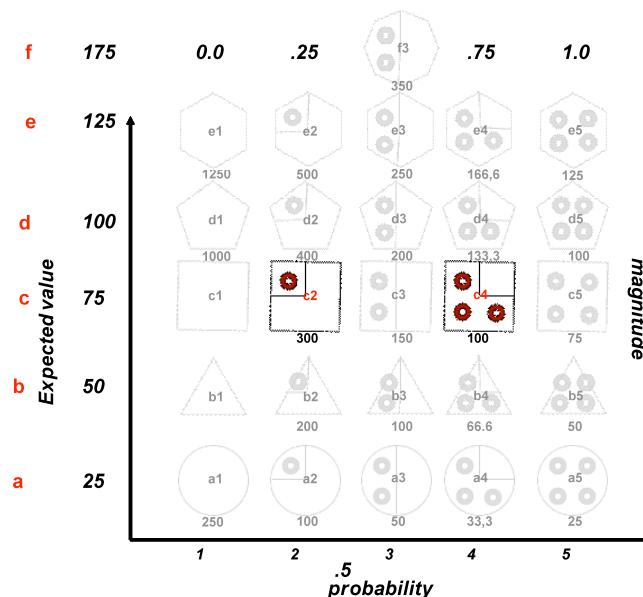


Figura 28. Localización de las imágenes empleadas como estímulos experimentales en Fase II (en negro y rojo, C2 y C4).

gráficamente una función de probabilidad característica en forma de U invertida, tal y como puede verse en la Figura 27.

Dado que existen 16 ensayos por bloque, un sujeto podría encontrarse en el momento inicial de su participación en el experimento con una de las 17 distribuciones de recompensa y castigo probables. Esto es, podría darse el caso, sin mayor información preliminar, que a lo largo de los ensayos, la primera condición arrojara un resultado positivo (recompensa), devolviendo 300 puntos, y que las 15 posteriores devolvieran 0 puntos; podría darse el caso, como alternativa, que la primera y la segunda (o, lo que es lo mismo, 2/16) devolviesen 300, siendo el resto de recompensa nula, y así sucesivamente, más la distribución en la que todos los sucesos devuelven el valor 0. Nos encontramos, de este modo, con un conjunto de distribuciones probables, cuya varianza expresaría el grado de información disponible a lo largo de la sucesión temporal de ensayos (la entropía). Una situación expresada de este modo representaría, en términos matemáticos, niveles diferentes de incertidumbre asociada a cada distribución de probabilidad, según puede observarse en la Tabla 13. Cabe señalar que estas distribuciones no son sensibles a la variación de la magnitud de recompensa.

Tabla 13. Representación de 9 de las 17 distribuciones de probabilidad posibles en el rango de Valor Esperado 75 (valor de la media de distribución), para una magnitud de recompensa de 300 puntos, con especificación de la varianza de cada distribución, la varianza normalizada y la probabilidad de distribución asignado al conjunto de elecciones sucesivas. Los asteriscos indican las distribuciones utilizadas en la fase II del experimento como alternativas de decisión.

Distribuciones de recompensa y castigo (ausencia de recompensa)									
0	300	300	300	300	300	300	300	300	300
0	0	300	300	300	300	300	300	300	300
0	0	0	300	300	300	300	300	300	300
0	0	0	0	300	300	300	300	300	300
0	0	0	0	0	300	300	300	300	300
0	0	0	0	0	300	300	300	300	300
0	0	0	0	0	300	300	300	300	300
0	0	0	0	0	300	300	300	300	300
0	0	0	0	0	0	300	300	300	300
0	0	0	0	0	0	300	300	300	300
0	0	0	0	0	0	0	300	300	300
0	0	0	0	0	0	0	300	300	300
0	0	0	0	0	0	0	0	300	300
0	0	0	0	0	0	0	0	300	300
0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
varianza									
0	5625	10500	14625	18000	24000	22500	18000	10500	0
varianza normalizada									
0	0,2344	0,4375	0,6094	0,75	1	0,9375	0,75	0,4375	0
			*			*			
probabilidad									
0	0,625	0,125	0,1875	0,25	0,5	62,5	0,75	0,875	1
			*			*			

Así pues, queda expresado el rango de incertidumbre en términos de la varianza estadística a lo largo del experimento. Para el cálculo matemático de la varianza se empleó la ecuación:

$$\text{var} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \quad \text{donde } n \text{ es el tamaño de la muestra y } \bar{x} \text{ la media de la distribución.}$$

Siguiendo este procedimiento, para el desarrollo de la fase II del experimento se seleccionaron las dos alternativas de incertidumbre equivalente con valor 0,75, siendo sus probabilidades de 0,25 y 0,75, respectivamente.

Una situación similar sucede con el tratamiento de la imagen C4, siendo en esta ocasión su magnitud de 100 puntos. La estimación de la incertidumbre en términos de su varianza estadística podría realizarse a partir de la ecuación señalada anteriormente. De este modo, puede encontrarse cómo la distribución cuya probabilidad estimada a lo largo de los 16 ensayos es de 0,75, arroja un valor esperado y un nivel de incertidumbre equivalentes al de la rama experimental en C2

En definitiva, podemos decir que C2 representa una recompensa tres veces mayor que C4, con probabilidad 0,25 distribuida a lo largo de los bloques experimentales, y cuyo grado de incertidumbre respecto a la información disponible es de 0.5, siendo su valor esperado equivalente a 75 puntos para una magnitud de 300. Este valor esperado es equivalente al representado por la imagen C2, al igual que su grado de incertidumbre, siendo su probabilidad de 0,75 y su magnitud tres veces inferior (100). Estos datos pueden observarse en la Tabla 14.

Tabla 14. Características de diseño de las condiciones experimentales

imagen	Magnitud	Probabilidad	Valor esperado	incertidumbre
C2	300	0.25	75	0.75
C4	100	0.75	75	0.75

5.3.7.7. Distribución de estímulos a lo largo del experimento.

Una vez seleccionados los estímulos, se estableció una distribución de reforzamiento total, a lo largo del experimento, cuyo valor de recompensa y castigo (ausencia de recompensa) equivaliese a la ponderación global del valor esperado. Esto es, dado que el valor esperado total es de 75 puntos, una distribución de reforzamiento que contemplase una probabilidad de recompensa de 0,25 (caso del incono C2, por ejemplo), presentaría recompensa en el 25 por ciento de los ensayos, mientras que en el otro 75 por ciento, no lo haría.

Con este objeto, en el diseño se incluyeron un total de 96 ensayos, repartidos en 6 bloques experimentales de 16 ensayos cada uno. Cada bloque experimental se ejecutaba inmediatamente después del siguiente. Además, los 16 ensayos de cada bloque se dividieron en dos conjuntos de 8 ensayos y se asignaron a cada una de las dos condiciones experimentales, de tal modo que apareciesen 8 ensayos para C2 y 8 ensayos para C4, aleatorizados por bloque. Por cada uno de ellos, se estableció un rango de proporción equivalente al general, entre recompensas y no recompensas, de manera que la tasa para cada bloque quedo establecida en 2/8 para C2 (2 reforzamientos de 8 probables) y de 6/8 para C4.

Con objeto de presentar una secuencia suficientemente controlada de imágenes a lo largo del programa de ordenador, los estímulos fueron aleatorizados dentro de cada bloque, mediante la aplicación del comando correspondiente de aleatorización de lista del software Fxlabs. Adicionalmente, se procedió a convertir la magnitud de devolución de recompensa en forma de valor de cambio en céntimos de euro, de manera que los participantes aproximasen con mayor realismo el objeto de la acción sobre el teclado del ordenador. Con todo, la distribución de condiciones y bloques quedó establecida inicialmente como puede apreciarse en la Tabla 15.

Tabla 15. Distribución por bloques de las condiciones experimentales C2 y C4. La cuarta columna expresa la magnitud directa, de acuerdo con la matriz general de estímulos. La columna siguiente expresa el escalamiento correspondiente de la magnitud de recompensa tal y como se presentó en el proceso experimental.

bloque	nº ensayo	condición	magnitud R	valor cambio	probabilidad
1	1	c4	100	8	75
1	2	c4	0	0	75
1	3	c4	100	8	75
1	4	c4	100	8	75
1	5	c4	100	8	75
1	6	c4	100	8	75
1	7	c4	0	0	75
1	8	c4	100	8	75
1	9	c2	0	0	25
1	10	c2	0	0	25
1	11	c2	0	0	25
1	12	c2	300	25	25
1	13	c2	0	0	25
1	14	c2	0	0	25
1	15	c2	0	0	25
1	16	c2	300	25	25
2	17	c4	100	8	75
2	18	c4	0	0	75
2	19	c4	100	8	75
2	20	c4	100	8	75
2	21	c4	100	8	75
2	22	c4	100	8	75
2	23	c4	0	0	75
2	24	c4	100	8	75
2	25	c2	0	0	25
2	26	c2	0	0	25
2	27	c2	0	0	25
2	28	c2	300	25	25
2	29	c2	0	0	25
2	30	c2	0	0	25
2	31	c2	0	0	25
3	32	c2	300	25	25
3	33	c4	100	8	75
3	34	c4	0	0	75
3	35	c4	100	8	75
3	36	c4	100	8	75
3	37	c4	100	8	75

3	38	c4	100	8	75
3	39	c4	0	0	75
3	40	c4	100	8	75
3	41	c2	0	0	25
3	42	c2	0	0	25
3	43	c2	0	0	25
3	44	c2	300	25	25
3	45	c2	0	0	25
3	46	c2	0	0	25
3	47	c2	0	0	25
4	48	c2	300	25	25
4	49	c4	100	8	75
4	50	c4	0	0	75
4	51	c4	100	8	75
4	52	c4	100	8	75
4	53	c4	100	8	75
4	54	c4	100	8	75
4	55	c4	0	0	75
4	56	c4	100	8	75
4	57	c2	0	0	25
4	58	c2	0	0	25
4	59	c2	0	0	25
4	60	c2	300	25	25
4	61	c2	0	0	25
4	62	c2	0	0	25
4	63	c2	0	0	25
5	64	c2	300	25	25
5	65	c4	100	8	75
5	66	c4	0	0	75
5	67	c4	100	8	75
5	68	c4	100	8	75
5	69	c4	100	8	75
5	70	c4	100	8	75
5	71	c4	0	0	75
5	72	c4	100	8	75
5	73	c2	0	0	25
5	74	c2	0	0	25
5	75	c2	0	0	25
5	76	c2	300	25	25
5	77	c2	0	0	25
5	78	c2	0	0	25
5	79	c2	0	0	25
6	80	c2	300	25	25

6	81	c4	100	8	75
6	82	c4	0	0	75
6	83	c4	100	8	75
6	84	c4	100	8	75
6	85	c4	100	8	75
6	86	c4	100	8	75
6	87	c4	0	0	75
6	88	c4	100	8	75
6	89	c2	0	0	25
6	90	c2	0	0	25
6	91	c2	0	0	25
6	92	c2	300	25	25
6	93	c2	0	0	25
6	94	c2	0	0	25
6	95	c2	0	0	25
6	96	c2	300	25	25

Como puede observarse en la tabla anterior, cada bloque consta de dos ensayos con reforzamiento 300, en la condición experimental C2, y con seis ensayos reforzados con 100 puntos en la condición experimental C4. De este modo, el valor esperado total por bloque y condición se iguala a 75 puntos, equivalente al registrado en el cómputo total de los 96 ensayos (48 para la condición C2 y 48 para la condición C4).

Con objeto de realizar una presentación más realista del procedimiento experimental, se sustituyeron los puntos por dinero (euros), de tal modo que se realizó la correspondiente conversión entre puntos y dinero, de modo que se conservasen los parámetros de las variables anteriormente presentados y sujetos a control experimental. Así, la magnitud de reforzamiento de la condición C2 quedó expresada como 25 céntimos de euro, en lugar de 300 puntos, mientras que la magnitud de reforzamiento de la condición C4 quedó expresada en unidades de 8 céntimos de euro, en lugar de 100 puntos. Esto generó un sistema de reforzamiento total equivalente a 1 euro por bloque experimental, al sumar las ganancias posibles de cada una de las dos condiciones experimentales más el diferencial marginal resultante al despremiar matemáticamente las cifras decimales, con objeto de no generar ruidos adicionales en el experimento. Este proceso puede verse reflejado en la siguiente tabla, ajustada sobre los 16 ensayos de uno de los seis bloques de que constaba la prueba:

Tabla 16. Proceso de transferencia de puntos a dinero (céntimos de euro) para los ensayos reforzados de ambas condiciones experimentales (datos correspondientes a un solo bloque experimental).

ensayo	iti	imagen	mag	correcta	incorrecta	recompensa	probabilidad	euros	céntimos
1	1000	c4	100	s	n	8	75	0,08333333	8
2	2000	c4	0	n	s	0	75	0	0
3	1000	c4	100	s	n	8	75	0,08333333	8
4	1000	c4	100	s	n	8	75	0,08333333	8
5	1000	c4	100	s	n	8	75	0,08333333	8
6	1000	c4	100	s	n	8	75	0,08333333	8
7	2000	c4	0	n	s	0	75	0	0
8	1000	c4	100	s	n	8	75	0,08333333	8
9	2000	c2	0	n	s	0	25	0	0
10	2000	c2	0	n	s	0	25	0	0
11	3000	c2	0	n	s	0	25	0	0
12	2000	c2	300	s	n	25	25	0,25	25
13	2000	c2	0	n	s	0	25	0	0
14	2000	c2	0	n	s	0	25	0	0
15	3000	c2	0	n	s	0	25	0	0
16	2000	c2	300	s	n	25	25	0,25	25

5.3.7.8. Procedimiento conductual.

a) Medidas.

Análisis de Tasa de Respuesta.

A lo largo del procedimiento se recogió, como variable dependiente, información sobre las presiones de tecla de cada participante en los ensayos del experimento, por separado, en cada una de las dos cadenas de reforzamiento, C2 y C4.

Análisis de la contingencia.

Tabla 17. Contingencias en una situación de elección dicotómica.

	Clave Presente (CP)	Clave Ausente (CA)
Recompensa	a	b
No Recompensa	c	d

Para el análisis de la contingencia representada se recurrió al empleo de la regla Δp , también conocida como delta P o *estrategia de probabilidades condicionadas* (Jenkins & Ward, 1965; Smedslund, 1963).

Las personas muestran dificultades en la decisión en condiciones de incertidumbre. Un conjunto relevante de investigaciones al respecto ha sido el constituido por los estudios sobre juicios humanos de contingencia, en los cuales los sujetos han de pronunciarse

acerca de la relación de covariación o concurrencia entre dos variables (J. C. Perales, et al., 1999). Su formato mas simple y característico consiste en una representación de alternativas de decisión en una matriz 2X2 (tabla de contingencias), con dos modalidades alternativas de respuesta y dos alternativas respecto al resultado (presencia o ausencia). Así, por ejemplo, en la representación presentada en la Tabla 17 una situación de elección dicotómica ofrecería, considerando la existencia de una clave única en relación con el resultado obtenido, las cuatro posibilidades de resultado que aparecen. Así, dado un ensayo de juego en el que se presentan dos alternativas de decisión sobre la probable elección de un resultado (del tipo: “1=sí obtendré resultado”; “2=no obtendré resultado”), el juego arrojará uno de dos resultados posibles (del tipo “1=sí”; “2=no”). Con ello, el sujeto decisor está expuesto a cuatro situaciones parciales posibles (denominadas a, b, c y d). Podría ocurrir que la respuesta de anticipación fuese positiva y el sistema devolviese un resultado positivo (en presencia de la clave), que a esta respuesta positiva le siguiese una ausencia de recompensa, que el sistema devuelva un resultado en ausencia de la clave de decisión, o que ante esta misma situación, el juego no le dé recompensa alguna.

La representación de la contingencia de asociación entre estímulos está determinada por principios que regulan externamente un sistema de elección sucesiva, de carácter contextual, en el que las variaciones en las condiciones formales del entorno pueden influir en el cambio representacional que media la acción del sujeto. Sin embargo, por esta última consideración, la mediación representacional, parecen existir determinantes de carácter subjetivo que sesgan los patrones de juicio o decisión. La evidencia experimental sobre la capacidad humana en la ejecución de juicios de contingencia ha constatado la existencia de sesgos de resultado positivo (L.G. Allan & Jenkins, 1980), según el cual las personas tienden a considerar que sus respuestas son más efectivas cuando no existe una razón contingente (contingencia “0”), algo propio de situaciones en las que las respuestas dadas no afectan, en realidad, a la probabilidad del resultado. Es decir, tienden a sobreestimar su papel en situaciones en las que no existe contingencia. Ello tiene lugar, además, en situaciones en las que se da una alta proporción de resultados positivos (Chatlosh, et al., 1985; E.A. Wasserman, Chatlosh, & Neunaber, 1983).

En una visión más operativa, el análisis de las estimaciones que las personas realizan sobre los patrones de contingencia ha sido interpretado experimentalmente a través de diferentes modelos. Los estudios realizados a principios de los años 60 del siglo pasado otorgaban un papel marginal a los patrones de relación entre clave y resultado en el establecimiento de juicios de contingencia humano (Jenkins & Ward, 1965; Smedslund, 1963). Pronto, otros estudios comenzaron a reflejar cómo los sujetos mostraban una alta sensibilidad, por el contrario, a la programación contingente en la decisión. Así, por ejemplo, los trabajos de Alloy y Abramson (L. B. Alloy & Abramson, 1979) o de Chatlosh et al. (Chatlosh, et al., 1985) establecían criterios diferenciales sobre la respuesta en relación a la manipulación del rango de contingencia, en etapas de 0, 0,25, 0, 50 y 0, 75, en el primer estudio, y de nueve niveles, en el segundo. Alrededor de estos supuestos experimentales, un conjunto general de investigaciones desarrollaron los llamados *modelos estadísticos o modelos*

basados en reglas (L.G. Allan & Jenkins, 1980; Baker, Berbrier, & Vallee-Tourangeau, 1989). Estos modelos de juicios causales sostienen que los sujetos generarían algún tipo de representaciones internas, sesgadas o no, de la programación de probabilidades condicionales, y las usarían para realizar una estimación del valor asignado a la contingencia. Según sean éstas, se decidiría atendiendo fundamentalmente a algún tipo de procedimiento analítico de corte estadístico sobre la información contenida en la tabla de contingencia. Para ello, se proponen diferentes reglas de estimación, agrupadas en torno al denominado *factor delta*, o ΔP , como por ejemplo, una valoración de la frecuencia de emparejamiento respuesta-resultado (término “a” en la tabla de contingencia; la consideración del número total de casos confirmatorios constituidos por la suma de repuestas con resultados y decisiones negativas con resultados negativos (suma “a+d”); estimar la diferencia entre las diagonales [$\delta D=(a+d)-(b+c)$] o calcular la proporción de las celdas diagonales $[(a+d)/(b+c)]$ (Smedslund, 1963).

Las diferentes expresiones de la diferencia delta pusieron de manifiesto la relevancia de la consideración de la probabilidad condicional en los juicios de decisión humanos, que permiten la configuración de algún tipo de representación mental estimativa (P. W. Cheng & Holyoak, 1995). Quizá la formulación libre de sesgos relacionados con el equilibrio entre filas y columnas es la regla *delta P* (ó, ΔP) que considera la diferencia entre las probabilidades condicionales de un resultado en presencia y en ausencia de una respuesta dada:

$$\Delta P = p(R|DP) - p(R|DN) = a/(a+c) - b/(b+d)$$

donde DP y DN representan las dos alternativas posibles de una misma respuesta dicotómica. La ecuación así descrita expresa, en términos generales la diferencia de la probabilidad de obtener una consecuencia en presencia del predictor respecto a aquellas situaciones en las que el predictor está ausente. Los valores de ΔP varían en el continuo (-1, 1), de tal modo que los valores positivos implican una mayor proporción de recompensa en presencia del predictor mientras que valores negativos expresan una mayor probabilidad de recompensa cuando el predictor está ausente. Los valores equivalentes a cero implican la no existencia de relación entre ambos eventos.

El diseño de tarea experimental establece, en este caso, el registro de ocho modalidades de respuesta:

- Acierto C2: presión de la tecla NO coincidente con la codificación programada en un ensayo.
- Error C2: presión de la tecla NO no coincidente con la programación en un ensayo.
- Falsa Alarma C2. presión de la tecla SI no coincidente con la programación en un ensayo.
- Rechazo Correcto C2: presión de la tecla SI coincidente con la programación en un ensayo.

- Acierto C4: presión de la tecla SI coincidente con la codificación programada en un ensayo.
- Error C4: presión de la tecla SI no coincidente con la programación en un ensayo.
- Falsa Alarma C4. presión de la tecla NO no coincidente con la programación en un ensayo.
- Rechazo Correcto C4: presión de la tecla NO coincidente con la programación en un ensayo.

b) Tarea experimental.

Con la presentación de las instrucciones de la fase II se inicia el procedimiento experimental. Toda esta fase se desarrolla, con los datos presentados anteriormente en esta descripción, según el siguiente diagrama de flujo de la Figura 29.

Con los datos de entrada organizados tal y como se ha descrito en el apartado de *organización de estímulos*, se establece la tarea. Esta se define en términos de la capacidad del sujeto para aproximar la contingencia de reforzamiento presentada a lo largo del experimento. Tal aproximación se expresa en términos de su capacidad de *predicción* de la recompensa en el suceso local, así como por su capacidad de ajuste (proceso de *aprendizaje*) a lo largo del curso temporal del experimento.

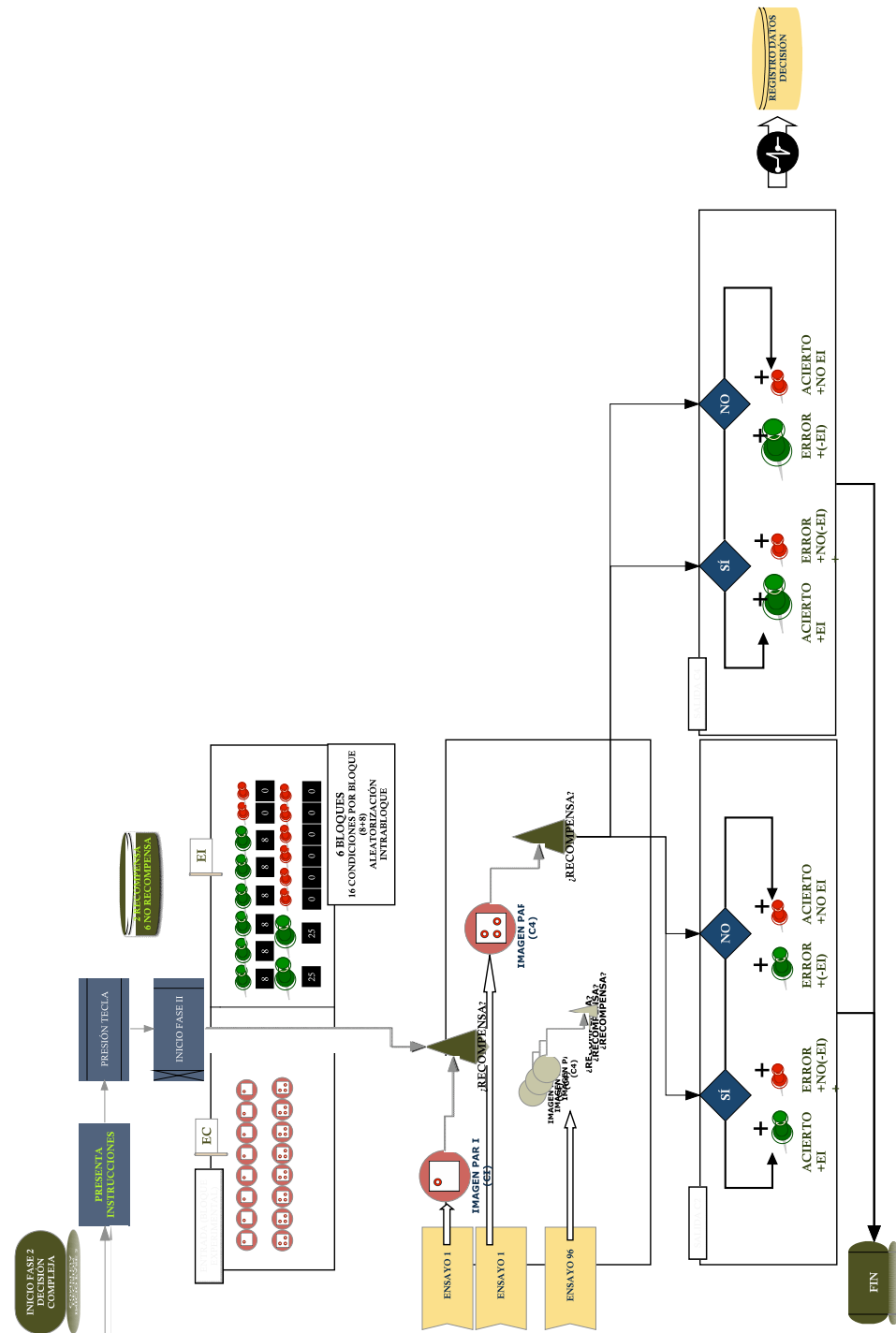
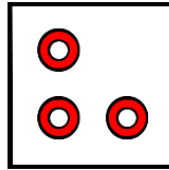


Figura 29. Diagrama de flujo del procedimiento experimental seguido en la fase II (decisión en situación de ambivalencia compleja) del experimento.

La pantalla del ordenador (Figura 30) mostraba una imagen sobre fondo blanco, un texto fijo en la parte superior de la pantalla, centrado respecto al eje vertical, a 10% de la longitud total del límite superior, que establece la instrucción de la tarea (presión de tecla S o tecla N), sobre fondo rojo. Debajo de ella, otra frase recuerda el objetivo de tarea (anticipación de recompensa), mediante un texto (ver código) en color azul, letra mayúscula y situado a 20% del límite superior de pantalla, alineado sobre el eje vertical de la misma. Siguiendo la disposición

presione SI:tecla S, o NO: tecla N

EL JUEGO ME DARA RECOMPENSA EN ESTE ENSAYO?



haz ahora tu apuesta
(presiona S/N)

Figura 30. Datos presentados en pantalla del ordenador en la Fase II del experimento (muestra de un ensayo correspondiente al bloque 1).

de este mismo eje, se presenta la imagen correspondiente (en el ejemplo visualizado anteriormente, corresponde la imagen C4 en el primer ensayo del primer bloque). Los estímulos, al igual que en la fase I del experimento, tienen unas dimensiones de 158 x 158 *pixels*.

En la parte inferior de pantalla, centrados y debajo de la imagen correspondiente, aparecen dos nuevos textos, que indican el momento de realizar la apuesta y, de nuevo, las opciones de elección). Dichos textos aparecen situados, respectivamente, a 25% y 20% de la distancia total respecto al límite inferior de la pantalla.

El sujeto debe presionar una de las dos opciones posibles: si considera que su decisión llevará emparejada una recompensa, entonces deberá pulsar la tecla S; si, por el contrario, considera que el programa devolverá un error en ese ensayo, entonces deberá pulsar sobre la tecla N.

Es necesario indicar, en este punto, que lo que el programa busca procesar es la aproximación del patrón de decisión del sujeto al patrón de contingencias almacenado en sus bases de datos.

Al solicitar al participante su anticipación sobre el comportamiento futuro, estamos estableciendo un sistema de valoración del reflejo, en la decisión, de la manera en que el participante se representa la situación experimental. El diseño establecido contenía dos modalidades de reforzamiento, ambas aplicadas para cada una de las dos cadenas programadas. Ambos se administraban de manera simultánea. Un primer reforzador devolvía información de la magnitud de recompensa obtenida, 0, 8 ó 25 puntos, según el caso; junto a él, aparecía la palabra “CORRECTO”, siempre que la respuesta del sujeto correspondiese con la *tasa base* programada, o “INCORRECTO”, de manera única, si no se correspondía.

Por este motivo, las respuestas correctas no son aquellas que contienen el reforzador, dentro de cada uno de los programas de reforzamiento establecidos en las dos cadenas de las condiciones experimentales, sino aquellas elecciones que coinciden con el patrón de reforzamiento programado. Así, por ejemplo, si un sujeto decide realizar una elección pulsando la tecla N, indicando que no va a recibir recompensa, y el programa devuelve, para ese ensayo particular, un no-reforzamiento, entonces, la elección es considerada como positiva, de igual modo que si hubiese dicho que sí, pulsando la tecla S, y el programa se la hubiese devuelto.

En el apartado de *análisis experimental* se detallan los posibles patrones de respuesta del sujeto. No obstante, a continuación se detallan las características de tarea fundamentales que la definen.

La situación experimental así creada genera, por tanto, un conjunto de cuatro alternativas de devolución de información probables, de acuerdo con las características internas establecidas en cada condición:

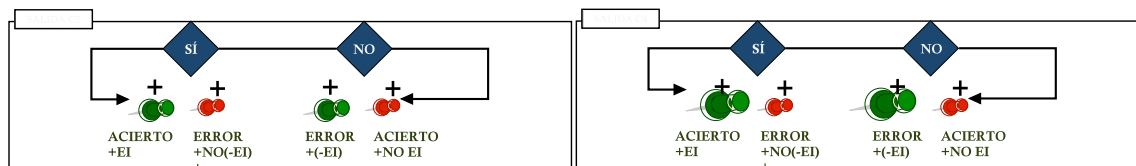


Figura 31. Alternativas de resultado en términos de acierto y error por condición experimental en fase II del experimento. El tamaño de los iconos de resultado expresa la magnitud diferencial del tratamiento de los estímulos de entrada, según especificaciones establecidas en el diseño experimental.

Como puede apreciarse en la Figura 31, el acierto en la elección se produciría si el participante indica que sí y se le devuelve una recompensa, como si indica que no y no se le devuelve. Por tanto, el sistema así definido establece dos niveles de información de vuelta al individuo (retroinformación): por un lado, la información relativa al acierto o al error, que tiene un carácter inmediato y

asociado de manera directa a la decisión; por otro lado, información relativa al programa de reforzamiento, esto es, que incorpora la magnitud de reforzamiento en términos de diseño experimental. Con todo, puede darse el caso de que el sujeto acierte al indicar que sí se le va a dar una recompensa, y que la devolución, en términos de magnitud, sea un reforzador de tipo social (la palabra *¡correcto!*) asociado con un valor 0 de reforzamiento, el mismo reforzador asociado (en condición C4), con un valor 8 (equivalente a la magnitud 100 en el diseño general), o un reforzador social asociado al valor de magnitud 25 (equivalente a la magnitud 300 en el diseño general, para la condición C2).

El sistema así definido permitía establecer consideraciones experimentales sobre el impacto de la información (en términos de incertidumbre y valor esperado) contenida en un procedimiento de elecciones sucesivas sobre las conductas de decisión (juicio predictivo) y aprendizaje categorial.

5.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

5.4.1. Fase I.

Como se indicó en el capítulo anterior los datos obtenidos se grababan automáticamente en las respectivas carpetas “data_files” para cada participante. Una vez finalizado el proceso de aplicación, los datos fueron volcados a una hoja de calculo, de manera que pudieran ser integrados en su conjunto. En el caso de la Fase I del experimento (actitud hacia el riesgo), la matriz de volcado contenía los siguientes campos:

- ID. (identificador de sujeto)
- Fecha de aplicación.
- Edad
- Sexo.
- Grupo de aplicación.
- Número de Ensayo.
- Posición de imagen del par 1
- Posición de imagen del par 2
- Magnitud del par 1
- Magnitud del par 2
- Probabilidad asociada al par 1
- Probabilidad asociada al par 2
- Valor esperado del prospecto.
- Tecla correcta (mayor certidumbre del par)
- Tecla pulsada
- Contador Acierto/error (emparejamiento entre respuesta dada y esperada +1/-1)
- Tiempo de reacción.

Inicialmente, una vez dispuestos los datos correspondientes a los grupos experimentales, se creó una tabla con los datos registrados por los contadores que expresaban actitud hacia el riesgo. Su formato fue el siguiente:

Tabla 18. Factor de Actitud hacia el riesgo. En la primera fila se definen los diferentes campos utilizados. Los datos corresponden, a modo de ejemplo, a 8 sujetos experimentales tomados al azar. El resaltado indica perfiles positivos o negativos respecto a la asunción de riesgo en la ejecución.

ID	índice total	índice en test	control	test+	test-	control+	control-
5106	12	9	3	8	1	8	-5
5298	2	3	-1	-2	5	-6	5
5076	22	11	11	10	1	10	1
5349	18	9	9	8	1	10	-1
5089	4	5	-1	8	-3	0	-1
5342	10	7	3	2	5	0	3
4704	-10	-9	-1	-10	1	-2	1
5145	2	1	1	6	-5	6	-5

Pueden verse contenidos en los datos de la Tabla 18 los siguientes campos: Id, es el número de identificación del participante, a efectos de procesamiento de la información; índice total, que expresa el resultado global del contador del factor de actitud hacia el riesgo, teniendo en cuenta que la mitad de los pares se presentaban en la condición de control, mientras que la otra mitad lo hacían en la condición de prueba;

- índice en test, que expresa el perfil de riesgo, en términos de tendencia acumulada de elección, en la fase de prueba (test) del procedimiento – pares con valor esperado equivalente-;
- control, campo destinado a incluir un subfactor de actitud de riesgo sobre los pares de distinto valor esperado;
- test + indica el resultado acumulado respecto a los pares positivos del grupo de prueba;
- test- indica el resultado acumulado respecto a los pares negativos del grupo de prueba;
- control + indica el resultado acumulado respecto a los pares positivos del grupo de control;
- control – indica el resultado acumulado respecto a los pares negativos del grupo de control.

5.4.2. Fase II. Patrón óptimo de decisión.

Como preámbulo al análisis realizado, es necesario establecer, en función tanto del diseño como de lo dispuesto en las hipótesis de partida, cuáles son los patrones de respuesta esperados respecto a la realización de los sujetos participantes. En este sentido, la reflexión en el momento de definir el experimento planteó cómo se comportaría un sujeto racional enfrentado a una situación de elección forzosa en condiciones de doble alternativa, como era la presentada. A partir de ahí, deberíamos establecer tanto los posibles comportamientos por aproximación esperados como las desviaciones observadas a la luz del análisis e interpretación de los datos.

5.4.2.1. Descripción del diseño para C2.

En la condición C2, el diseño de programación incluyó un total de 8 ensayos por bloque. De ellos, dos devolvían una recompensa positiva (magnitud 25), mientras que los otros seis devolvían una recompensa neutra (magnitud 0). De este modo, el patrón óptimo consistía en la presión de la tecla N seis veces, y de la tecla S dos veces, todas ellas, coincidentes con el patrón de presentación programado. En todos los ensayos, según establecía el diseño, el mensaje informativo presentado tras la decisión local era de acierto, siempre que se siguiera este patrón, y de error, siempre que se eligiera la opción alternativa. De este modo, como se ha explicado en la definición previa del diseño experimental, el ajuste máximo del proceso de elección subjetivo al diseño de programación provocaría un máximo beneficio, a la vez que una recompensa constante, quedando fijada, en esta situación, la densidad global de reforzamiento en 0.25.

El patrón óptimo de decisión, sin embargo, estaba sujeto al efecto de las diferentes probabilidades condicionadas intervinientes en el experimento. La Hipótesis 2 de este experimento introduce en particular un elemento que lo caracteriza, al que se denominó “efecto paradójico”. Para facilitar su comprensión, se facilitarán a continuación las claves de diseño principales:

- a) La presentación de una clave podía estar seguida de una recompensa (valor 25) o no (valor 0).
- b) La recompensa ofrecida venía asociada, simultáneamente, con la presentación de un indicador de feedback, señalando el acierto, en caso de coincidencia entre la presión del SI y la ocurrencia de la recompensa, o de presión sobre el NO y la ausencia de recompensa, o bien de error, en los casos de presión sobre el SI y ausencia de recompensa, o de presión sobre el NO y ocurrencia de recompensa.
- c) Los participantes desconocen, en el inicio, la información relativa a la densidad de reforzamiento.

Por tanto, la información contenida en la devolución de la recompensa, presentaba diferentes escenarios en función del proceso de decisión que siguiera el sujeto. Supuesto el patrón óptimo de decisión, la información verbal (correcto/incorrecto) y la información numérica (magnitud de recompensa) se

emparejaban. Se trataba, entonces, de un marco de decisión en el que dos ensayos devolvían una recompensa de 25 puntos mientras que los otros seis devolvían una recompensa de 0 puntos, en una combinación SI/NO de elección adecuada. No obstante, la presentación de este patrón coincidente era poco probable, dada la aleatorización de la presentación de ensayos, así como la baja probabilidad de la recompensa.

Tabla 19. Características generales asociadas a las condiciones experimentales del diseño (fase II). Datos correspondientes al patrón óptimo de respuesta.

	Imagen	programacion	F	decisión	Recompensa esperada	Recompensa devuelta	Valencia representacional
3	C2	SÍ	2	SÍ	CORRECTO	CORRECTO (25)	+
4	C2	NO	6	NO	CORRECTO	CORRECTO (0)	+

Cualquier desviación probable del patrón óptimo producía, en primer término, una incongruencia representacional respecto a la construcción de un modelo general de recompensa. Se describe a continuación cuál sería el escenario en el que se producen, en consecuencia, los efectos paradójicos promovidos por el diseño experimental.

Tabla 20. Características generales asociadas a las condiciones experimentales del diseño (fase II). Datos correspondientes a la cadena de baja densidad, C2. F= frecuencia de programación por bloque de ensayo.

Condición	Imagen	programación	F	decisión	Recompensa esperada	Recompensa devuelta	Valencia representacional
1	C2	SÍ	2	SÍ	INCORRECTO	CORRECTO (25)	+
2	C2	NO	6	NO	CORRECTO	CORRECTO (0)	+
3	C2	SÍ	2	NO	CORRECTO	INCORRECTO (-25)	-
4	C2	NO	6	SÍ	INCORRECTO	INCORRECTO (0)	0

La Tabla 20 presenta las cuatro posibilidades con las que se enfrenta un participante en un ensayo particular. Para comprender la dinámica global es preciso recordar que un bloque de 8 ensayos intercalados junto con otros ocho pertenecientes a la cadena C4, de la que se hablará más tarde.

Respecto a la cadena C2, el sujeto deberá pasar, por tanto, por 8 ensayos de los cuales 6 devuelven una recompensa nula. Con ello, la tendencia esperada, en términos de la asociabilidad entre la imagen y la presión, es hacia la opción por la tecla NO, ya que garantiza un mayor número de aciertos, en función de la devolución del feedback de confirmación positivo. Con ello, la expectativa subjetiva (recompensa esperada, en la tabla), dada la frecuencia de no-recompensa es hacia la generación de un modelo mental que condiciona la imagen con la ausencia de recompensa, en términos al menos de frecuencia. El diseño, así dispuesto, establece una situación en la que el sujeto infiere la

probabilidad baja de reforzamiento a partir de la densidad de ocurrencia de recompensa y, por tanto, tiende a pulsar preferentemente sobre la tecla NO. Es bajo esta condición general cuando se presentan las cuatro alternativas dispuestas en la Tabla 20 y que a continuación se detallan.

- a) Pudiera darse el caso, por ejemplo, descrito en la condición 1 de la tabla. Un participante elegiría entonces la tecla “Sí” esperando que su respuesta fuese “incorrecta”. Dado que su expectativa tiende a plantear que la presión de esta tecla no se asocia con la imagen C2, estos intentos esporádicos pueden suponer un contraste confirmatorio para el sujeto en el establecimiento de la asociación representacional.

Es aquí donde el experimento diseñado debería mostrar su particular interés. Si ese ensayo concreto coincidía con uno de los dos ensayos programados en los que se concentra la magnitud de recompensa en la condición experimental (25 puntos para cada uno), el sujeto recibiría entonces un refuerzo inesperado cuyo valor esperado supera significativamente aquel que obtiene normalmente en el proceso de elección (0 puntos+refuerzo verbal positivo), generando una expectativa positiva y paradójica en el conjunto global de la representación (un acierto significativo y no esperado), que disminuiría la fuerza asociativa entre la imagen y la tecla “NO”, incrementando inesperadamente la fuerza asociativa respecto a la tecla “Sí”. El participante tenderá a modificar el peso de sus preferencias para ajustarlo a la nueva situación y “buscar” irracionalmente nuevos resultados positivos, alejándose del patrón óptimo. Podríamos decir que esta situación experimental generaría un reconocimiento positivo de la situación por parte del sujeto, acompañado de confusión respecto a lo que está sucediendo.

El ideal racional plantearía aquí que el sujeto debería presionar como máximo dos veces la tecla “Sí” en un bloque experimental, al reconocer que la tasa base de reforzamiento no supera este umbral. Sin embargo, las hipótesis establecidas predicen un incremento en la tasa de respuestas positivas bajo esta condición, fruto del cambio representacional por efecto del resultado inesperado.

- b) Tal vez la situación más cómoda posible sea la descrita por la condición 2 de la tabla. En este caso, el sujeto se decide por la tecla “NO” tras la presentación de la imagen C2, esperando una confirmación de su decisión, en función de su expectativa. Pese a no recibir cantidad de recompensa alguna, el feedback positivo hace el papel de índice de confirmación de elección, asentando el patrón representacional asociado a la presión negativa ante la imagen C2. En todos los bloques esta situación puede darse hasta el máximo de 6 de las 8 veces.
- c) Una tercera opción viene establecida en la condición 3, quizá la más frustrante, en términos psicológicos, para el participante. Habiendo generado la expectativa respecto a la tecla NO y habiendo decidido presionarla, si la ocurrencia de recompensa devuelve, en ese caso, uno de los dos ensayos dotados con 25 céntimos de euro, el feedback de

vuelta dará un error y supondrá, en términos funcionales, un castigo cuya valencia equivale a -25 puntos). Bajo esta circunstancia, el sujeto puede optar por permanecer, reconociendo la pérdida a favor de la permanencia en el patrón óptimo, o aceptar el riesgo de buscar otros resultados positivos.

- d) Por último, la situación 4 se plantea como similar en su diseño a la condición 1. Al igual que en ésta, el sujeto que mantiene la expectativa asociada a la presión por el NO decide probar circunstancialmente por la alternativa SI y éste ensayo, a diferencia de lo expresado en la situación 1, no devuelve recompensa, esto es, coincide con uno de los 6 ensayos de valor 0. En esta situación, la devolución del feedback muestra un error aunque sus consecuencias en términos de valor son neutras para el cómputo total del bloque (valor esperado del juego).

En resumen, el diseño experimental planteado establecía un punto crítico de representación de la preferencia representacional para C2 en los dos ensayos en los que coincidía la magnitud de recompensa correspondiente al valor esperado global del bloque. Como respuesta conductual esperada, según establecen las hipótesis experimentales, se deberían apreciar incrementos significativos en la tasa de respuesta positiva de manera local y coincidentes con tales situaciones, a diferencia del resto de situaciones probables de decisión experimental. Tales incrementos alejarían a los sujetos tanto de la comprensión formal del procedimiento experimental como del óptimo racional de maximización del beneficio global, generando patrones diferenciales respecto a la representación intersubjetiva.

5.4.2.2. Descripción del diseño para C4.

Las previsiones iniciales respecto a la cadena de alta densidad, C4, seguían un modelo similar. La Tabla 21 muestra las correspondientes combinaciones posibles entre la presentación de la imagen, la ocurrencia de recompensa, la programación informática, la decisión del sujeto y la presentación del feedback.

Tabla 21. Características generales asociadas a las condiciones experimentales del diseño (fase II). Datos correspondientes a la cadena de baja densidad, C4. F= frecuencia de programación por bloque de ensayo.

Condición	imagen	programacion	F	decisión	Recompensa esperada	Recompensa devuelta	Valencia representacional
5	C4	NO	2	SÍ	CORRECTO	INCORRECTO (-8)	-
6	C4	SI	6	NO	INCORRECTO	INCORRECTO (0)	+
7	C4	NO	2	NO	INCORRECTO	CORRECTO (0)	0
8	C4	SI	6	SÍ	CORRECTO	CORRECTO (+8)	+

Como puede apreciarse en la tabla, el experimento debía provocar el establecimiento progresivo de una relación asociativa entre la imagen C4 y el

sistema programado de recompensas. También en esta ocasión el reforzamiento siguió un doble procedimiento instrumental. Por un lado, el reforzador verbal informaba del patrón de contingencia inicialmente programado, inverso al establecido para C2, es decir, 6 ensayos contenían la palabra de acierto y 2 ensayos contenían la palabra de error; en una segunda línea, la magnitud de reforzamiento devolvía 8 puntos por cada decisión coincidente con la contingencia programada, para los 6 ensayos positivos, mientras que la magnitud fue de 0 puntos, visible en los dos casos restantes.

En función de la decisión del participante, podían darse, de nuevo, diferentes situaciones críticas. El proceso formal de condicionamiento predecía el establecimiento de una relación de fuerza asociativa entre EC y EI, de tal modo que el sujeto podría anticipar como correcta la presión de la tecla SI (el sistema le devolvería recompensa con mayor frecuencia –hasta un 75% de las ocasiones- y, por tanto, como incorrecta la presión de la tecla NO (el sistema devolvería entonces un error).

Para focalizar el interés experimental, en particular también aquí resultaron de especial interés los 2 ensayos diferenciales. En este caso, el valor esperado global estaba repartido por los otros 6 ensayos, mientras que estos dos recibían un resultado de magnitud 0. En estas condiciones, podría suceder alguna de las situaciones descritas en la Tabla 21.

- a) Supuesto el proceso decisional 5, el sujeto esperaría una recompensa. Siguiendo este patrón racionalmente esperado, pulsaría la tecla SÍ, esperando la devolución de la recompensa. Si ese ensayo coincide con una programación de devolución negativa, entonces, el participante se encontraría con una devolución incongruente con sus expectativas representacionales –denominado a efecto de este diseño como efecto paradójico-, con la confusión consiguiente respecto al proceso seguido. Desde un punto de vista conductual, el impacto de este contexto debilitaría la fuerza asociativa entre imagen y presión de la tecla SÍ, permitiendo una aproximación hacia la opción alternativa. De este modo, las hipótesis experimentales predecían un incremento en la tasa de respuesta alternativa, expresado en la presión sobre la tecla NO, ya que los participantes tenderían a buscar la presencia de nuevas recompensas.
- b) Una situación diferente viene expresada por la condición 6. En este caso, recordando que la expectativa del sujeto asocia la imagen de alta densidad, C4 con la presión sobre el SI, decide tentativa y ocasionalmente sobre el NO. Coincidiendo en ese ensayo con uno de los 6 programados de ocurrencia de recompensa, esta situación se entenderá como una confirmación de la representación asociada sobre la tecla negativa, más aún, cuando el feedback así lo constata, con lo que la valencia de la situación, pese a no obtener valor de recompensa directo, tiene una valencia positiva.
- c) En tercer lugar en este apartado, el escenario de la condición 7 establece que, cuando el sujeto decide de la misma manera que en la

condición anterior, esto es, presiona sobre el NO tentativamente y, por el contrario, el programa hace coincidir en el ensayo una ocurrencia de recompensa, se produce un efecto paradójico. Esto es, se espera una devolución incorrecta y el programa devuelve 0 puntos con un feedback de acierto. Si bien tal situación no tiene consecuencias sobre el valor esperado global, sí produce una incongruencia representacional en el global del proceso.

- d) Para finalizar el conjunto de condiciones, la situación 8 expresa un ensayo en el que el sujeto presiona el SI y, en efecto, coincide con la devolución de recompensa según la programación informática. Tal contexto supone un refuerzo positivo para la conducta, suponiendo, al igual que en la condición 2 del diseño para C2, la situación más cómoda desde el punto de vista de la elección, por lo que conlleva una valencia representacional positiva.

En conclusión, como patrón de conducta esperable se hipotetizó un incremento de tasa de respuestas sobre el NO, en relación con la presencia de condiciones tipo 5 que, sin embargo, no reduciría las tasas globales de acierto (presión sobre la tecla SÍ) tanto como lo que ocurriría en C2, ya que las ganancias locales son menores (8 céntimos frente a 25). En caso de no coincidir ningún ensayo con la condición tipo 5 (para C4), el sujeto expresaría niveles superiores en la tasa de acierto (presión sobre SÍ).

Dado el presente diseño, es preciso clarificar que cada ensayo representa, en sí mismo, un proceso de aprendizaje, dotando de valor agregador a la representación global. Es, por tanto, en términos de la respuesta individual en cada ensayo de un bloque experimental donde se toman las medidas correspondientes para el análisis que a continuación se describe.

5.4.3. Organización de datos y exploración preliminar.

Entre los datos que se recogieron de los participantes figuraban los pares de tecla programada y tecla presionada, para cada ensayo y bloque. A partir de aquí, se procedió al análisis de las decisiones siguiendo, para ello, las posibles combinaciones de una tabla de contingencias simple:

C2 (Baja densidad)			C4 (alta densidad)		
	Presión NO	Presión SI		Presión SI	Presión NO
Prog. NO	4	6	Prog SI	6	4
Prog SI	5	3	Proa NO	3	5

Los números de la tabla indican las correspondientes situaciones experimentales descritas en el apartado anterior. Puede apreciarse la simetría especular en ambas cadenas fruto del reflejo de la estructura de programación

provocado por las probabilidades de reforzamiento 0.25 y 0.75 expresadas en forma de densidad global de reforzamiento (mismo valor esperado).

Para cada sujeto, se tabularon las cuatro posibilidades de la matriz de contingencia, organizadas por ensayo y bloque. A continuación, se calcularon las probabilidades de obtención de una respuesta positiva (presionar la tecla SI para C2 y C4), por ensayo, de acuerdo con la fórmula:

$$P(RP | C2) = \frac{tasa(6) + tasa(3)}{tasa(4 + 6 + 5 + 3)}$$

Tabla 22. Experimento 1. Organización de datos de respuesta por ensayo y bloque experimental (datos correspondientes a un sujeto, ver anexo para datos globales). Entre paréntesis, los números indican los posibles contextos situacionales de decisión.

	C2				C4				P(si)	P(si)
SUJETO	A(3)	F(5)	FA(6)	RC(4)	A(6)	F(4)	FA(3)	RC(5)	C2	C4
5106	1	1	2	4	6	0	2	0	0,375	1
	0	1	2	5	5	1	2	0	0,25	0,875
	0	2	0	6	5	2	1	0	0	0,75
	0	2	1	5	6	0	2	0	0,125	1
	0	2	1	5	5	1	2	0	0,125	0,875
	0	2	0	6	5	1	2	0	0	0,875

5.4.4. Tasa de respuesta y densidad de reforzamiento.

En el tratamiento de las posibles diferencias asociadas a la densidad de reforzamiento se realizó un ANOVA de medidas repetidas Condición (2) x Probabilidad de resultado afirmativo (2). Como variable dependiente se tomó la probabilidad de presión sobre la tecla SI, en cada una de las cadenas del experimento. Inicialmente, se tomaron como medidas de referencia los valores medios obtenidos a lo largo de los seis bloques de aplicación de cada sujeto (Tabla 23).

Tabla 23. Experimento 1. Valores medios estimados de probabilidad de obtención de respuesta positiva para las dos cadenas de reforzamiento, C2 (baja densidad) y C4 (alta densidad).

sujeto	C2	C4
5106	0,145833333	0,895833333
5298	0,395833333	0,916666667
5076	0,6875	0,708333333
5349	0,354166667	0,791666667
5089	0,479166667	0,583333333
5342	0,125	0,979166667
4704	0,520833333	0,666666667
5145	0,458333333	0,583333333
5111	0,083333333	0,958333333
4722	0,479166667	0,583333333

5346	0,5	0,541666667
7007	0,604166667	0,604166667
422	0,104166667	0,916666667
5054	0,583333333	0,5625
5046	0,5	0,666666667
4647	0,541666667	0,479166667
2664	0,270833333	0,8125
530	0,208333333	0,895833333
906	0,458333333	0,5625
7280	0,479166667	0,4375
2261	0,479166667	0,895833333
5048	0,5	0,666666667
5109	0,395833333	0,75
1430	0,4375	0,6875
5011	0,8125	0,604166667
4686	0,354166667	0,666666667
50169758	0,479166667	0,8125
50825	0,458333333	0,75
51359	0,458333333	0,75

El objetivo de este análisis fue encontrar diferencias debidas a la estructura interna de las cadenas programadas. Para ello, el participante debería discriminar entre ambas, de manera significativa, ya que en la presentación por bloque, se presentaban, de manera aleatoria, 16 ensayos. De ellos, 8 pertenecían a C2 y 8 pertenecían a C4.

Tabla 24. Experimento 1. resultados del ANOVA de Medidas Repetidas cadena x p(SI) practicado a los datos promedio de realización de los sujetos.

Contrastes Multivariados						
Efecto		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
BLOQUEENSAYO	Traza de Pillai	,122	,665 ^a	5,000	24,000	,654
	Lambda de Wilks	,878	,665 ^a	5,000	24,000	,654
	Hotelling's Trace	,138	,665 ^a	5,000	24,000	,654
	Raíz Mayor de Roy	,138	,665 ^a	5,000	24,000	,654
DENSIDAD	Traza de Pillai	,496	27,576 ^a	1,000	28,000	,000
	Lambda de Wilks	,504	27,576 ^a	1,000	28,000	,000
	Hotelling's Trace	,985	27,576 ^a	1,000	28,000	,000
	Raíz Mayor de Roy	,985	27,576 ^a	1,000	28,000	,000
BLOQUEENSAYO * DENSIDAD	Traza de Pillai	,217	1,333 ^a	5,000	24,000	,284
	Lambda de Wilks	,783	1,333 ^a	5,000	24,000	,284
	Hotelling's Trace	,278	1,333 ^a	5,000	24,000	,284
	Raíz Mayor de Roy	,278	1,333 ^a	5,000	24,000	,284

a. Estadístico exacto

b. Diseño: intersecciónn
Diseño intra-sujetos: BLOQUEENSAYO + DENSIDAD + BLOQUEENSAYO * DENSIDAD

Prueba de contrastes intra-sujetos

Medida: MEASURE_1

Origen	DENSIDAD	Tipo III		Media		Sig.	Parámetro	
		Suma de Cuadrados	gl	Cuadrática	F		de no centralidad	Potencia Observada ^a
DENSIDAD	Lineal	1,203	1	1,203	27,576	,000	27,576	,999
Error(DENSIDAD)	Lineal	1,222	28	,044				

a. Calculado con alpha = ,05

Los resultados del ANOVA fueron claramente significativos a un nivel de confianza de $p=0.0<0.001$ [$F=27576$]. Se constató una diferencia promedio en el patrón de respuesta para ambas cadenas. Los sujetos diferenciaron las características formales asociadas a cada una de las imágenes presentadas, acomodando su respuesta a los resultados ofrecidos en cada secuencia de reforzamiento, independientemente del orden de presentación en la combinación de ensayos en ambas cadenas.

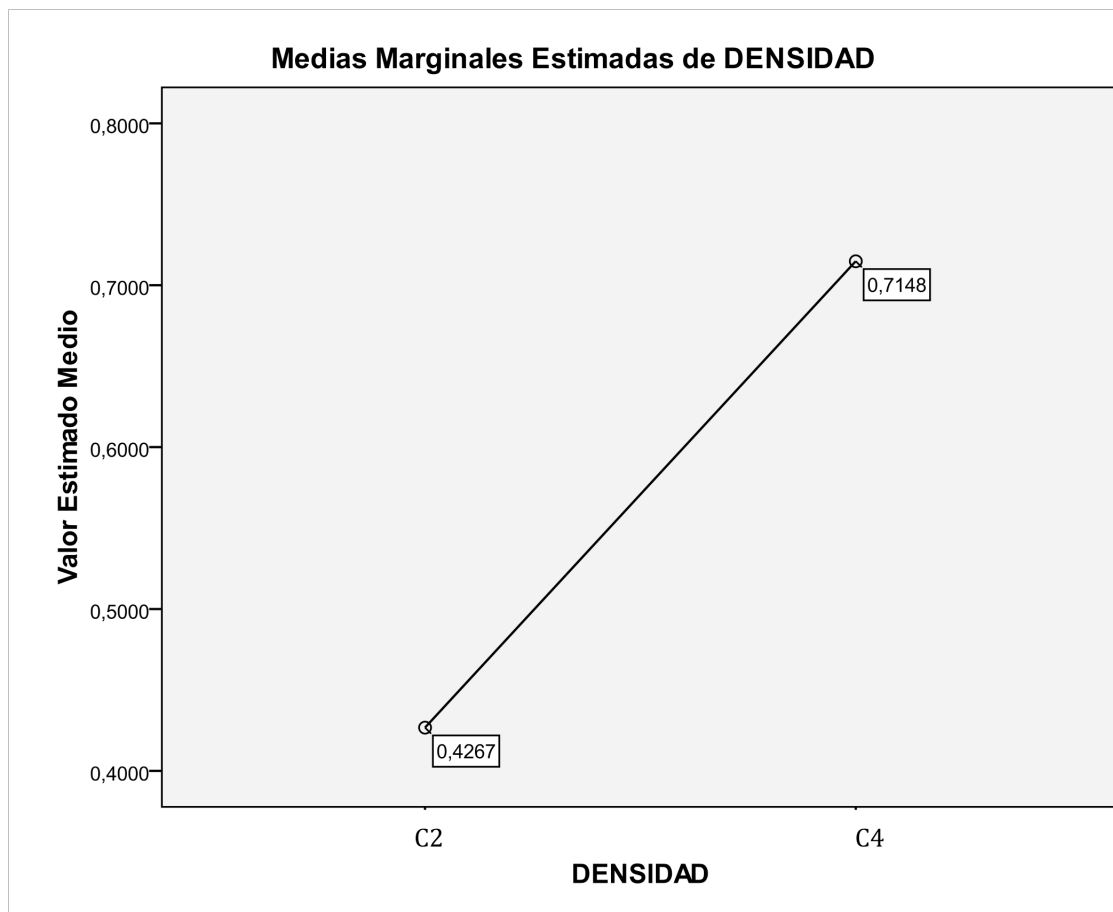


Figura 32. Experimento 1. Diferencias observadas en la tasa marginal de respuesta afirmativa ($p=0.000$) en las dos cadenas programadas de reforzamiento.

5.4.5. Análisis de efectos paradójicos. Ambivalencia representacional en la programación del reforzamiento.

A pesar de la significatividad encontrada en las cadenas de reforzamiento, pronto observamos que la dispersión asociada a los valores medios ($\sigma = 0.1698$ y 0.1503 , respectivamente, para C2 y C4) obligaba a un cuidado especial en el tratamiento de los datos, así como en las posibles conclusiones interpretativas. En principio, habíamos hipotetizado una mayor uniformidad de valores resultantes. Sin embargo, la exploración realizada arrojaba datos en apariencia contradictorios con los postulados preliminares. Así, por ejemplo, algunos sujetos invertían la probabilidad con la que estimaron las secuencias de ensayos (ver datos individuales en el anexo). Por ejemplo, mientras que el sujeto 5106 obtuvo una probabilidad de respuesta afirmativa de 0.1458 y 0.8958 para C2 y C4 respectivamente, el sujeto 7007 obtuvo unos valores de 0.6041 para ambas cadenas, o el sujeto 4647 obtuvo $p(SI)=0.5416$ y 0.4791 . En el gráfico N aparecen representados, en formato de diagrama de cajas, los datos de dispersión encontrados. Como puede verse, en particular los sujetos 5011 y 5111 mostraron los valores más opuestos, alejados más de dos desviaciones típicas de la media.

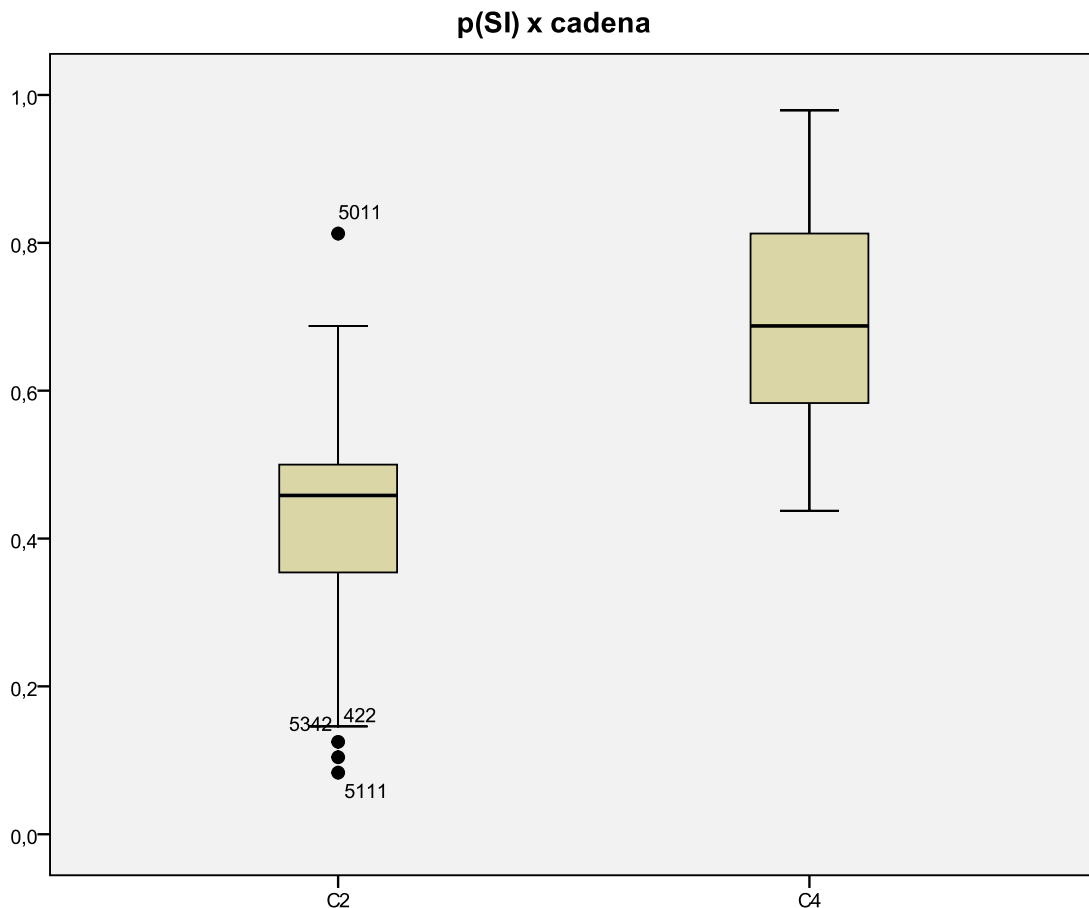


Figura 33. Experimento 1. Dispersión de valores medios de probabilidad de respuesta positiva en las dos cadenas de reforzamiento.

Estas observaciones, particularizadas para la cadena de baja densidad, C2 (respecto a C4 todos los valores observados se encontraron dentro de la región típica normalizada) hizo necesario un análisis *post hoc* más pormenorizado, encaminado a identificar las posibles fuentes de variación de los datos dentro de cada una de las medidas.

5.4.6. Análisis *post hoc*. Fuentes de variabilidad intersujetos en la representación de la densidad de reforzamiento.

En el desarrollo de este apartado fue realizado inicialmente un ANOVA con dos factores, ambos de medidas repetidas, *densidad(2) x bloque(6)*. El objetivo fue identificar posibles efectos de la variabilidad observada debidos al bloque de ensayo. Esperábamos encontrar, en este sentido, una mayor variabilidad en los bloques iniciales debida al efecto de aprendizaje en el proceso de condicionamiento, hipotetizando que tal hecho crearía un marco de decisión ambivalente respecto a la elección forzada que sería determinante del patrón de probabilidad para cada ensayo. Con ello, la probabilidad de respuesta afirmativa (PRA) estaría sujeta a mayor variabilidad cuanto mayor sea la incertidumbre subjetiva respecto al patrón de contingencia programado.

Tabla 25 (siguiente página). *Experimento 1. resultados del ANOVA MR densidad(2) x bloque(6) practicado a los datos individuales de realización de los sujetos (ver ANEXO para mayor detalle).*

Prueba de contrastes intra-sujetos

Medida: MEASURE_1

Origen		Tipo III		Media		Sig.
		Suma de Cuadrados	gl	Cuadrática	F	
BLOQUEENSAYO	Esfericidad asumida	,066	5	,013	,651	,662
	Greenhouse-Geisser	,066	4,263	,015	,651	,637
	Huynh-Feldt	,066	5,000	,013	,651	,662
	Límite inferior	,066	1,000	,066	,651	,427
	Greenhouse-Geisser	2,839	119,361	,024		
	Huynh-Feldt	2,839	140,000	,020		
	Límite inferior	2,839	28,000	,101		
DENSIDAD	Esfericidad Asumida	7,220	1	7,220	27,576	,000
	Greenhouse-Geisser	7,220	1,000	7,220	27,576	,000
	Huynh-Feldt	7,220	1,000	7,220	27,576	,000
	Límite inferior	7,220	1,000	7,220	27,576	,000
	Greenhouse-Geisser	7,331	28,000	,262		
	Huynh-Feldt	7,331	28,000	,262		
	Límite inferior	7,331	28,000	,262		
BLOQUEENSAYO * DENSIDAD	Esfericidad asumida	,322	5	,064	2,143	,064
	Greenhouse-Geisser	,322	3,825	,084	2,143	,083
	Huynh-Feldt	,322	4,505	,072	2,143	,071
	Límite inferior	,322	1,000	,322	2,143	,154
	Greenhouse-Geisser	4,213	107,093	,039		
	Huynh-Feldt	4,213	126,150	,033		
	Límite inferior	4,213	28,000	,150		

Los datos resultantes del ANOVA no respaldaron esta hipótesis. Al contrario de lo esperado, no se observó significatividad en el tratamiento, ni del bloque como *VI* ni de la interacción entre *densidad y bloque* de ensayo, no pudiendo rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas. Por tanto, pudo concluirse que los valores divergentes respecto al patrón de respuestas observado por los sujetos no eran debidos al efecto del bloque experimental.

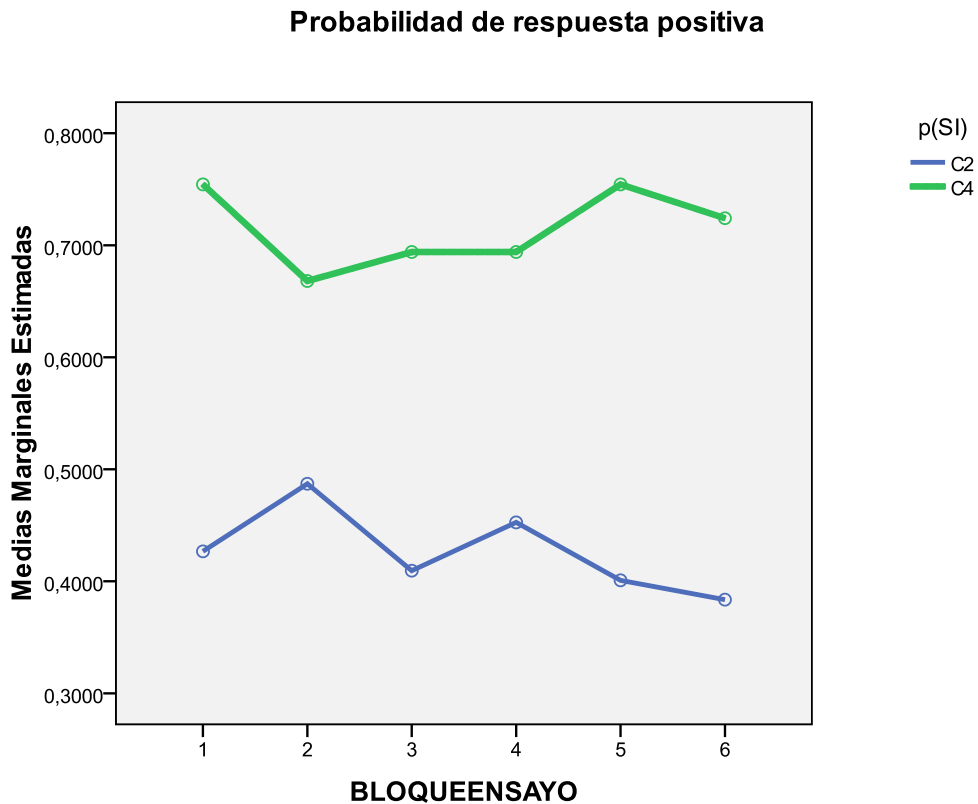


Figura 34. Experimento 1. Análisis de la variabilidad debida al bloque de ensayo para la probabilidad de respuesta positiva.

El gráfico de la Figura 34 refleja estos resultados. Puede observarse cómo, aunque existe una cierta variabilidad en el tratamiento de los datos, ésta no es lo suficientemente amplia como para ser significativa. Contrariamente a estos resultados, cabría esperar un efecto de aprendizaje de los individuos en relación con el bloque, motivado por la experiencia en la realización de la prueba. Sin embargo, el análisis realizado mostró que, si bien se atisba un cierto efecto de interacción no significativo, éste no fue lo suficientemente claro como para concluir la existencia de tal efecto. La interpretación, en este sentido, se relaciona con los efectos paradójicos que tienen lugar a lo largo de la prueba, que generaron efectos de interferencia representacional inhibiendo la posibilidad de configurar modelos de respuesta estables a lo largo del experimento. Esta consideración ha de hacerse contemplando el conjunto de los datos tomados en la prueba en la que, junto con el transcurso de la decisión a lo largo de los bloques, se integran resultados pertenecientes a cada uno de

los tres niveles que configuraron los patrones diferenciados de respuesta, que serán explicados posteriormente. En definitiva, la constatación de la probable existencia de efectos de interacción habrá de hacerse en posteriores experimentos que contemplen, por separado, la respuesta del grupo de sujetos en cada uno de los patrones observados de respuesta (niveles 0, 1 y 2)

5.4.7. Impacto de la contingencia resultante en la acción decisoria del sujeto.

Tabla 22. Los estudios posteriores realizados en esta tesis tienen como herramienta de análisis el marco de referencia de la *Teoría de Detección de Señales*. Sin entrar en este momento en cuestiones explicativas poco relevantes al efecto, observamos cómo la codificación de las matrices incluían en detalle la puntuación obtenida tanto para los aciertos obtenidos como para las falsas alarmas. Al efecto, consideramos un acierto como la coincidencia temporal, en el proceso de decisión, de un SI en la presión de la tecla, con un SI en la contingencia programada. Este hecho, particularizado para la cadena de baja densidad de reforzamiento, ponía en el foco de interés interpretativo el hecho fundamental expresado en el apartado inicial de este análisis, en relación a la búsqueda de patrones óptimos y esperados de decisión.

En efecto, una exploración preliminar de los datos incluidos en los patrones contingentes de los sujetos parecía indicar una cierta coincidencia entre la variación de la probabilidad de respuesta afirmativa y la presencia de ensayos coincidentes, para C2, entre la contingencia programada y la decisión del sujeto, respecto a la respuesta SI en la presión de la tecla. Recordemos que esto podía ocurrir, como máximo dos veces por bloque de ensayo, las dos veces en que aparecieran cada uno de los 2 ensayos de magnitud 25 programados en C2.

En la organización de los datos para el análisis se tomó en cuenta una consideración adicional. El acierto subjetivo está condicionado, en primer lugar, por la tasa base de reforzamiento ($p=0,25$), y en segundo lugar, por la probabilidad de respuesta subjetiva en un suceso independiente ($p=0,50$). El sujeto sin embargo se representa ésta última en términos de incertidumbre de respuesta como $p=0.50$, pero el primer valor probabilístico está sujeto a la experiencia acumulada a lo largo de los diferentes bloques, generando representaciones individuales debidas a la relación entre individuo y entorno. Es decir, en función de la devolución de información contingente por parte del problema, el sujeto generará un modelo u otro de representación sobre su experiencia de decisión.

El participante, en definitiva, puede controlar su decisión pero no el futuro, es decir, el resultado de la actuación subjetiva local es independiente de la devolución futura. Por ello, los aciertos individuales están determinados por la coincidencia intertemporal entre contingencia programada y acción decisoria y no por ésta última únicamente. Para ilustrar con mayor concreción esta idea,

supongamos un participante que en la cadena de baja densidad, C2 inicia su juego a lo largo del primer bloque de 8 ensayos y presiona la tecla NO 6 veces y la tecla SI las 2 veces restantes. Supongamos, adicionalmente, que estas dos últimas elecciones no coinciden con la devolución de la recompensa de 25 puntos. El cómputo global de la decisión en el bloque podrá ser del tipo:

aciertos	falsas alarmas	errores	rechazos correctos
6	2	0	0

Esta disposición arroja un resultado para el nivel de contingencia, tomado en términos de la regla dP de 0,75. Para continuar con la ejemplificación, imaginemos que ése mismo participante en el siguiente ensayo obtiene una recompensa inesperada (codificada en la matriz como un rechazo correcto) y el programa le devuelve 25 céntimos de euro como recompensa:

aciertos	falsas alarmas	errores	rechazos correctos
5	1	1	1

En esta condición, la contingencia cambia su valor, disminuyendo hasta 0,33. En definitiva, la tasa de acierto sobre la alternativa de elección respecto al patrón programado produce cambios en la representación de la contingencia, lo que conlleva la modificación del patrón subsiguiente de respuestas del individuo. Un razonamiento similar se sucede para C4, aunque invirtiendo los términos en relación con el concepto de acierto (en esta ocasión, el acierto se asocia con la presión de la tecla SI). En suma, los efectos paradójicos de tipo local sugieren la existencia de cambios representacionales en los sujetos que influyen en el modo en que deciden respecto a los sucesos de un bloque de ensayos dado.

Considerando este argumento, procedimos a realizar un ANOVA univariado en el que definimos, como factor diferenciador de los grupos de casos, el número de aciertos obtenidos por bloque de ensayos. De esta manera, dividimos el grupo original en tres subconjuntos, categorizados por aquellos que obtuvieron 0 aciertos, 1 ó 2 aciertos. Como variable dependiente fijamos, en esta ocasión, la probabilidad de obtención de respuesta afirmativa, por bloque de ensayo y esperamos encontrar diferencias significativas respecto a la hipótesis de igualdad de varianzas en el análisis *grupo de acierto (3) x probabilidad de respuesta afirmativa*.

Tabla 26. Experimento 1. ANOVA univariado aciertos x probabilidad de respuesta positiva.

Prueba de efectos inter-sujetos					
Variable Dependiente: C2 PROB(si)					
Origen	Tipo III Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,449 ^a	2	2,225	73,018	,000
Intersección	34,088	1	34,088	1118,803	,000
A	4,449	2	2,225	73,018	,000
Error	5,210	171	,030		
Total	41,344	174			
Corrected Total	9,659	173			

a. R cuadrado = ,461 (R cuadrado corregido = ,454)

Los resultados constataron el efecto del nivel de acierto, en la cadena de baja densidad, sobre los ensayos de magnitud alta (25), en la tasa de respuesta afirmativa en la decisión del sujeto, expresado en términos de probabilidad de respuesta sobre la tecla SÍ. En el gráfico correspondiente (Figura 35) puede apreciarse claramente un incremento en el valor de probabilidad respecto al grado de acierto y, por tanto, de recompensa alta, obtenido por el juego. Podemos concluir la existencia de un efecto significativo ($p=0.000$) del acierto sobre la alternativa de contracondicionamiento en la tasa de respuestas positivas del sujeto, algo que pareció confirmar la hipótesis del debilitamiento de la fuerza asociativa condicionada provocado por la aparición de un reforzamiento no esperado acompañado, en este caso, de un valor esperado mucho mayor que el devuelto por la secuencia de reforzamiento principal.

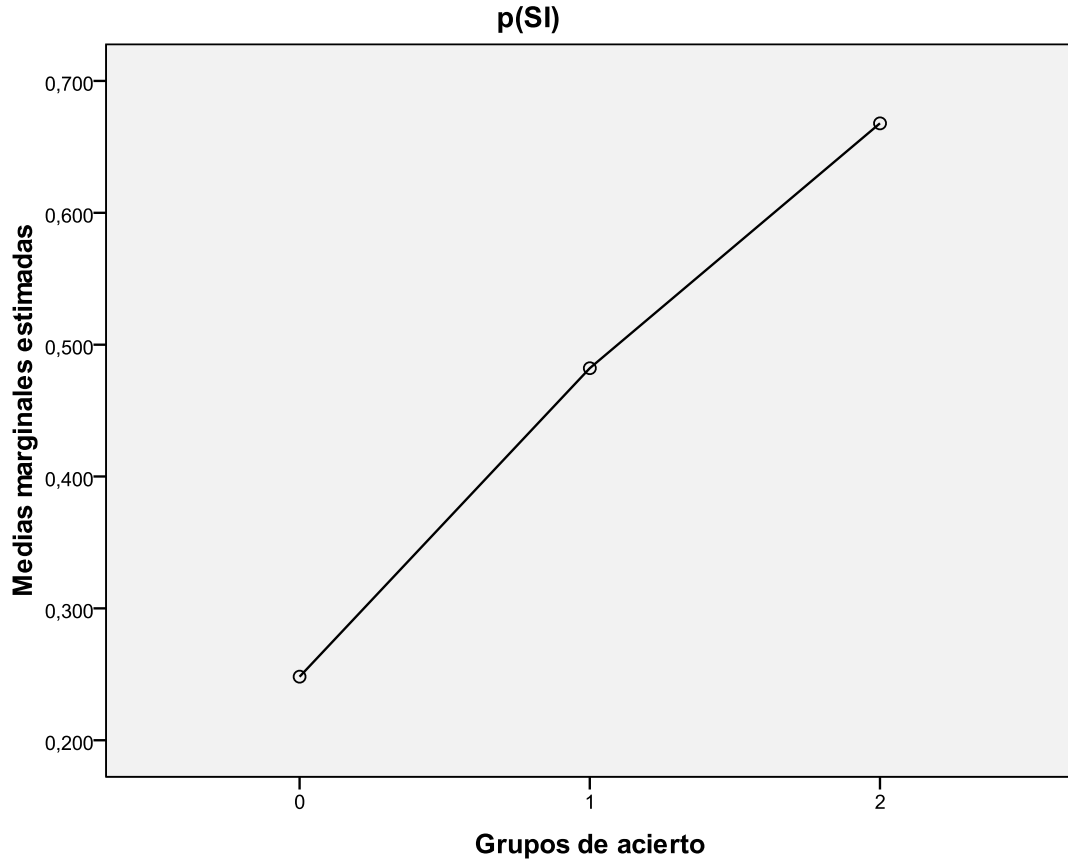


Figura 35. Experimento 1. Contraste de medias sobre la probabilidad de respuesta afirmativa, por subconjunto de acierto. Resultados del ANOVA practicado (datos correspondientes a C2).

Las pruebas de contraste de homogeneidad posteriores confirmaron este efecto para cada uno de los tres niveles estudiados. El efecto del acierto se distribuyó linealmente entre los diferentes intervalos (Tabla 27). No obstante, es preciso considerar con precaución los datos resultantes, en relación con el tamaño de los subconjuntos observados, planteándose con ello la necesidad de considerar investigaciones posteriores a esta tesis que permitan confirmarlos.

El análisis realizado contemplaba la relación entre el nivel asignado al bloque de ensayo en función del número de aciertos y la probabilidad de respuesta positiva, pero no se controlaba el posible efecto debido a la aleatoriedad producida en la asignación del número de casos de cada nivel de acierto a un sujeto determinado. Para comprobar este hecho, se decidió realizar un análisis complementario que permitiese observar si el efecto estudiado se mantenía para cada sujeto en particular. Para ello, aplicamos un nuevo ANOVA sujeto X nivel de acierto X prob(SÍ). Los resultados obtenidos constataron que los sujetos manifestaron un comportamiento significativamente diferente en función del grado de aciertos devueltos en el programa ($p=0.000$, ver anexo para detalles). El gráfico de la Figura 36 muestra el perfil resultante de la realización de los sujetos en términos de probabilidad media de respuesta afirmativa, por nivel de acierto. Para su elaboración se han ordenado los sujetos de menor a mayor en función del valor obtenido en el nivel 0 de respuesta. Para los casos

en los que no hubo medida debido a la ausencia de coincidencias de la presión del sujeto en alguna de las dos ocasiones en las que se presentaba la alternativa programada (principalmente niveles 2 y 3) se recuperaron los valores estimados mediante un procedimiento de interpolación lineal.

Tabla 27. Experimento 1. Pruebas de homogeneidad post hoc para los subconjuntos de acierto. Resultados del ANOVA para C2.

C2 PROB(si)					
Subconjunto					
	A	N	1	2	3
Tukey HSD ^{a,,b,,c}	0	69	,24819		
	1	70		,48214	
	2	35			,66786
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en medias observadas.

El error es la Media cuadrática(error)= ,030.

a. Emplea tamaño de la muestra armónico= 52,310.

b. El tamaño de los grupos es desigual. Se empleó la media armónica del tamaño de los grupos. Los niveles de error Tipo I no están garantizados.

c. Alpha = ,05.

Así pues, pudimos concluir que la variabilidad de los resultados obtenidos en la tasa de respuesta de los sujetos pudo ser explicada en términos de la tasa de acierto sobre la alternativa de respuesta para la cadena de baja densidad de reforzamiento. En consecuencia, los efectos paradójicos provocados por la contingencia experimental programada se manifiestan en términos de un incremento sobre la presión de la tecla SÍ, respecto a aquellos sujetos que ajustaron su patrón de respuesta al patrón programado inicialmente y que no se encontraron con situaciones de acierto. Estos sujetos representaron patrones de respuesta asociados a la imagen de baja densidad más cercanos a la probabilidad del juego (alrededor de $p=0.25$). En los demás casos, la probabilidad representada fue mayor como resultado de la información representada, tanto por la decisión como por la información devuelta por el sistema. Es decir, un sujeto genera una representación alternativa a la programada, a medida que decide. Esta representación contiene el reflejo no sólo de la determinación de la recompensa devuelta a nivel local, sino también del patrón de decisión observado (número de falsas alarmas), esto es, la probabilidad de respuesta afirmativa (*ver apartado 5.4.3*) refleja no sólo la tasa

de acierto sino también el incremento debido a la presión del sujeto sobre la tecla SI en situaciones en que no le devuelve un resultado positivo.

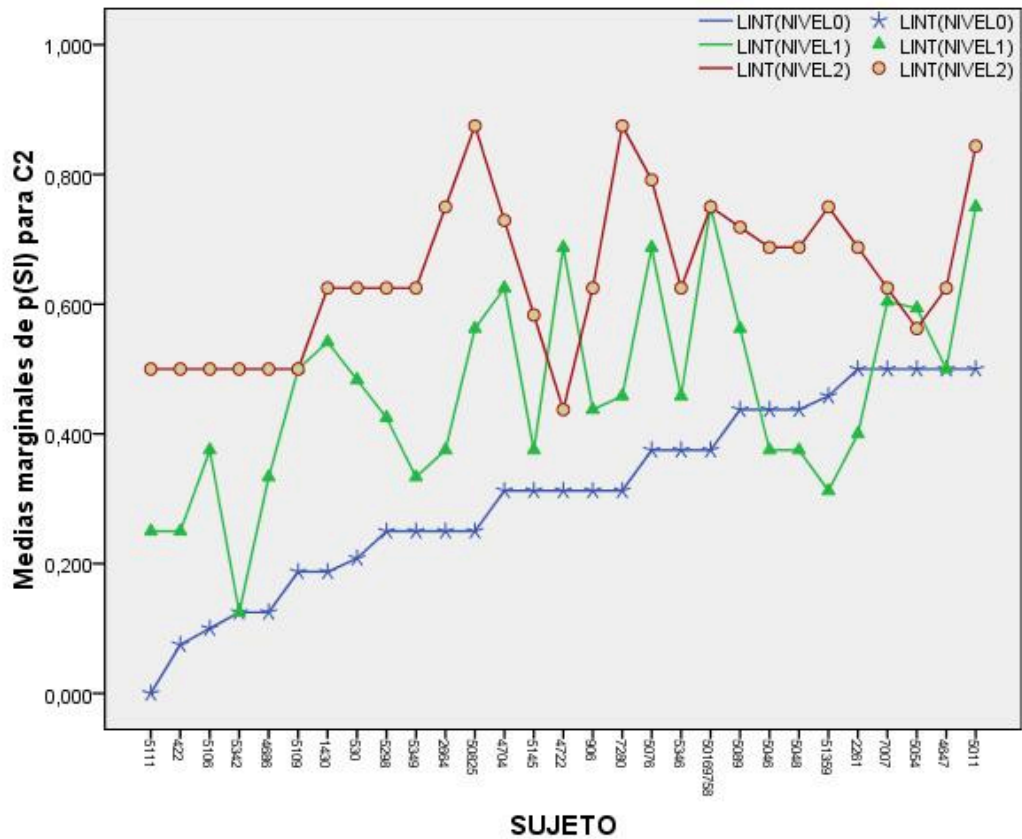


Figura 36. Experimento 1. Probabilidad media de respuesta afirmativa por nivel de acierto y sujeto (cadenas C2).

5.4.8. Efectos de simetría en el patrón de contingencia programado. Efectos locales de magnitud de recompensa.

La densidad de reforzamiento (tasa base) de la cadena C2 fue del 25% de ensayos, frente al 75% que no devolvían recompensa. La tasa base de reforzamiento de la cadena C4 tenía un patrón inverso, es decir, 75% de casos reforzados frente al 25% de casos no reforzados. Según el planteamiento inicial reflejado en nuestras hipótesis, la inversión de la estructura formal de reforzamiento debía dar lugar, en la conducta del sujeto, a efectos de simetría en la tasa de respuestas que expresaran el valor global esperado, es decir, los efectos de la densidad de cada una de las cadenas. Más aún, cuando el sistema de juego programado reforzaba el ajuste del sujeto al patrón de densidad correspondiente.

Sin embargo, los resultados obtenidos constataron un efecto de acierto sobre la alternativa de respuesta, provocado por la búsqueda local de reforzamiento

de alta magnitud por parte de los sujetos. En consecuencia, el siguiente paso en el análisis experimental realizado fue constatar si los efectos de nivel de acierto se mantenían en C4, en esta ocasión, sobre la alternativa de condicionamiento, es decir, el nivel de rechazo.

Tabla 28. Experimento 1. ANOVA univariado aciertos x probabilidad de respuesta positiva. Datos correspondientes a la cadena de alta densidad, C4.

Prueba de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: C4PROBSI

Origen	Tipo III Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,990 ^a	2	,995	38,373	,000
Intersección	43,324	1	43,324	1670,550	,000
RCC4	1,990	2	,995	38,373	,000
Error	4,435	171	,026		
Total	95,328	174			
Total corregido	6,425	173			

a. R cuadrática = ,310 (R cuadrática ajustada= ,302)

La Tabla 28 muestra los resultados obtenidos en el análisis de varianza practicado. Al igual que en el caso de C2, se observó un nivel de diferencia significativo entre el nivel de rechazo, es decir, los casos en los que coincidieron la respuesta negativa del sujeto con la programación de ausencia de devolución de reforzamiento (máximo de dos posibles por bloque). Sin embargo, un nivel más pormenorizado de análisis permitió observar que la distribución de este efecto significativo no era igual que en el caso de C2. Así, en los resultados de C4 los contrastes dos a dos realizados constataron que la distribución de la significatividad del efecto era debida, en particular, a las diferencias observadas entre los dos primeros niveles de acierto, esto es, los niveles 0 y 1, $p=0.000$ (Tabla 29), no así entre los niveles 2 y 3, $p=0.223>0.05$.

Tabla 29. Experimento 1. Comparaciones dos a dos. Medidas post-análisis en la relación entre rechazo y probabilidad de respuesta positiva.**Comparaciones entre pares**

Variable dependiente: C4PROBSI

(I)	(J)	Diferencia media (I-J)	Error Típ.	Sig. ^a	95% Intervalo de confianza de la diferencia ^a	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	,203 [*]	,027	,000	,149	,256
	2	,258 [*]	,042	,000	,174	,341
1	0	-,203 [*]	,027	,000	-,256	-,149
	2	,055	,045	,223	-,034	,144
2	0	-,258 [*]	,042	,000	-,341	-,174
	1	-,055	,045	,223	-,144	,034

Basado en medias marginales estimadas.

*. La diferencia media es significativa al nivel ,05.

a. Ajuste de comparaciones múltiples: última diferencia significativa (equivalente a no ajuste).

Si bien el número de casos procesados para el nivel 3 de rechazo fue pequeño ($n_3=17$, ver anexo para detalles), la influencia de la alternativa de condicionamiento sobre la respuesta del sujeto (en este caso, obsérvese que pese a utilizar como VD también $p(SI)$, $p(NO)=1-p(SI)$) no fue tan pronunciada en el segundo nivel que en el primero. El gráfico de la **¡Error!No se encuentra el origen de la referencia.** representa esta diferencia, en la que puede observarse un decremento en la pendiente de la curva en el tercer tramo respecto al gráfico de la Figura 35 en el que se consideró la condición C2. En ambos casos puede apuntarse un comportamiento cuadrático de la función representativa del incremento o decremento de la tasa de acierto (según sea la condición). En términos interpretativos, ello pareció implicar cómo el diferencial de fuerza asociativa por efecto de la presencia de la nueva situación de recompensa en menor en el segundo momento que en el primero, algo que puede ser explicable en términos de aprendizaje asociativo. En definitiva, el comportamiento de los grupos de casos observados permitió la consideración de dos subconjuntos, tal como puede observarse en la Tabla 30.

Tabla 30. Experimento 1. Pruebas de Homogeneidad de los efectos del nivel de acierto en el rechazo sobre la tasa de respuesta.

C4PROBSI			
RCC4	N	Subconjunto	
		1	2
Tukey B ^{a,,b,,c} 2	17	,54	
1	53	,60	
0	104		,80

Se muestran las medias de los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en medias observadas

El término error es la media cuadrática (error) = ,026.

- a. Utiliza tamaño muestral de la media armónica= 34,362.
- b. El tamaño de los grupo es desigual. Se empleó la media armónica del tamaño de los grupos. Los errores Tipo I no están garantizados.
- c. Alpha = ,05.

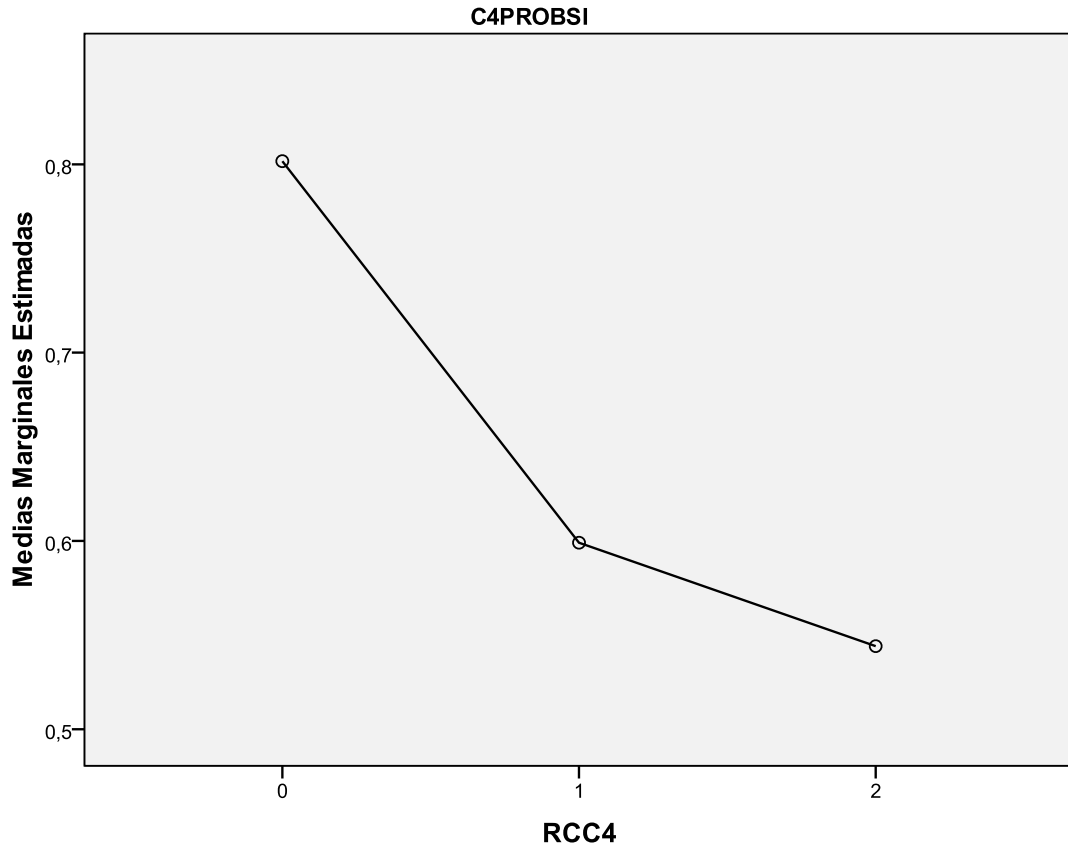


Figura 37. Experimento 1. Contraste de medias sobre la probabilidad de respuesta afirmativa, por subconjunto de acierto. Resultados del ANOVA practicado.

Por último, se realizó un análisis complementario para analizar los efectos del acierto sobre la alternativa de condicionamiento en C4 en cada sujeto. Los resultados del ANOVA sujeto X rechazo X prob(SI) mantuvieron la distribución de valores de significación para los niveles de rechazo, constatando un efecto no significativo para la diferencia entre el nivel 2 y el 3 ($p=0.111$; ver anexo para detalle). El gráfico de la Figura 38 muestra los resultados conjuntos obtenidos. Para su elaboración, al igual que en el caso de la cadena C2, los sujetos se han ordenado de menor a mayor en función del valor obtenido en el nivel 0. Para los casos en los que no hubo medida se recuperaron los valores estimados mediante un procedimiento de interpolación lineal.

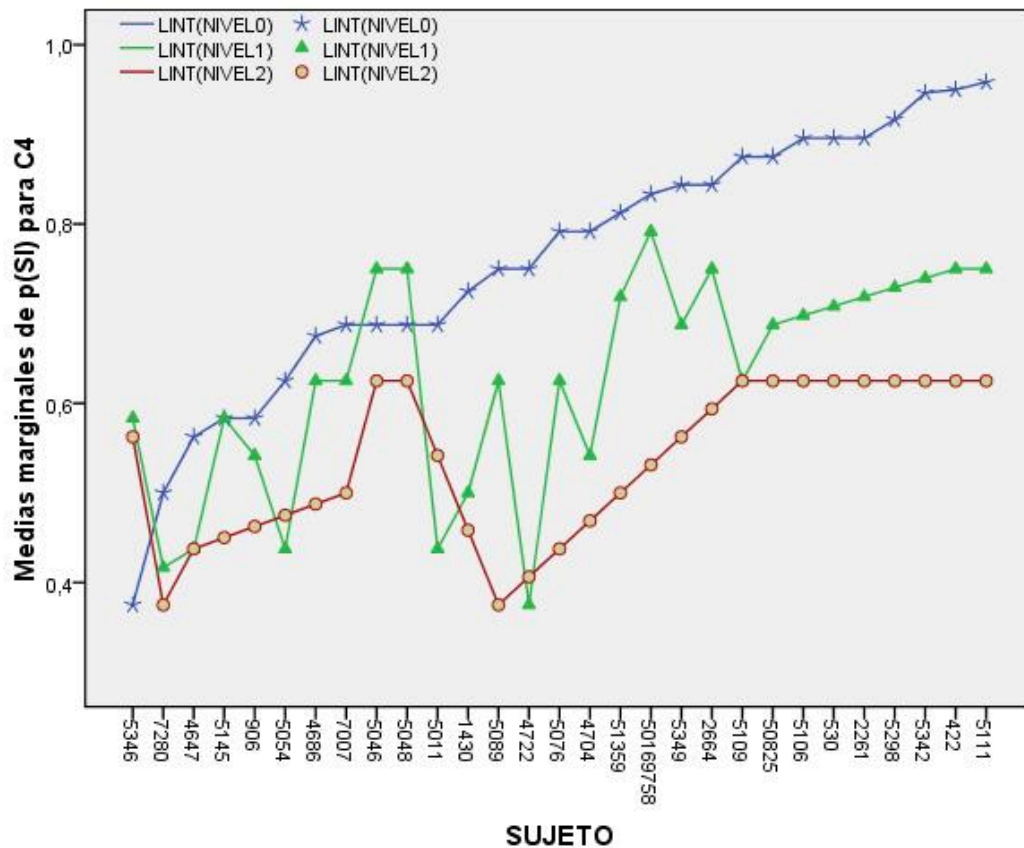


Figura 38. Experimento 1. Probabilidad media de respuesta afirmativa por nivel de acierto y sujeto. Datos correspondientes a la cadena de alta densidad C4.

5.4.9. Análisis de la representación de la contingencia.

Se realizó un análisis adicional que pudiera manifestar la posible relación entre acierto subjetivo y variación de la representación contingente. Con este motivo, se hallaron los valores de Δp como medida de la representación de la contingencia. En este caso, la fórmula utilizada fue:

para C2

$$\Delta p = \frac{(R|NO)}{(R|NO) + (NR|NO)} - \frac{(R|SI)}{(R|SI) + (NR|SI)}$$

$\Delta p =$, para C4.

$$\Delta p = \frac{(R|SI)}{(R|SI) + (NR|SI)} - \frac{(R|NO)}{(R|NO) + (NR|NO)} \quad \text{Siguiendo esta hipótesis, se realizó}$$

un análisis de varianza (ANOVA nivel acierto, 3 X contingencia, 2) para determinar posibles variaciones significativas en los patrones de decisión debidos al cambio de representación motivado por la variación de la contingencia. Los resultados constataron este tipo de efectos. Además, manifestaron un patrón particularmente interesante.

Tabla 31. Experimento 1. Resultados del ANOVA entre acierto y contingencia. Cadena C2.

Prueba de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: DP C2					
Origen	Tipo III Suma de cuadrados	df	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,064 ^a	2	1,532	73,188	,000
Intersección	45,672	1	45,672	2181,719	,000
AC2	3,064	2	1,532	73,188	,000
Error	3,580	171	,021		
Total	54,973	174			
Total corregido	6,644	173			

a. R cuadrática = ,461 (R cuadrática ajustada = ,455)

En primer lugar, el análisis practicado a la cadena de baja densidad, C2 permitió rechazar la hipótesis de igualdad de medias y, por tanto, concluir la existencia de diferencias significativas ($p=0,000$; $F=2181,719$) de Δp debidas al cambio en el nivel de acierto en la alternativa de reforzamiento (Tabla 31). El contraste entre pares (procedimiento de ajuste Bonferroni) realizado posteriormente nos permitió confirmar este hecho, particularizado especialmente para la variación observada entre el nivel de acierto 0 y el nivel de acierto 1 ($p=0.000$), así como entre los niveles 1 y 2 ($p=0.000$). Sin embargo, y de forma inesperada respecto a las predicciones iniciales, la variación conjunta observada entre los niveles extremos, 0 y 2, no resultó significativa ($p=0,205>0.05$)

Tabla 32. Experimento 1. Comparaciones dos a dos. Medidas post-análisis en la relación entre acierto y contingencia. Cadena C2.**Comparaciones entre pares**

Variable dependiente: DP C2

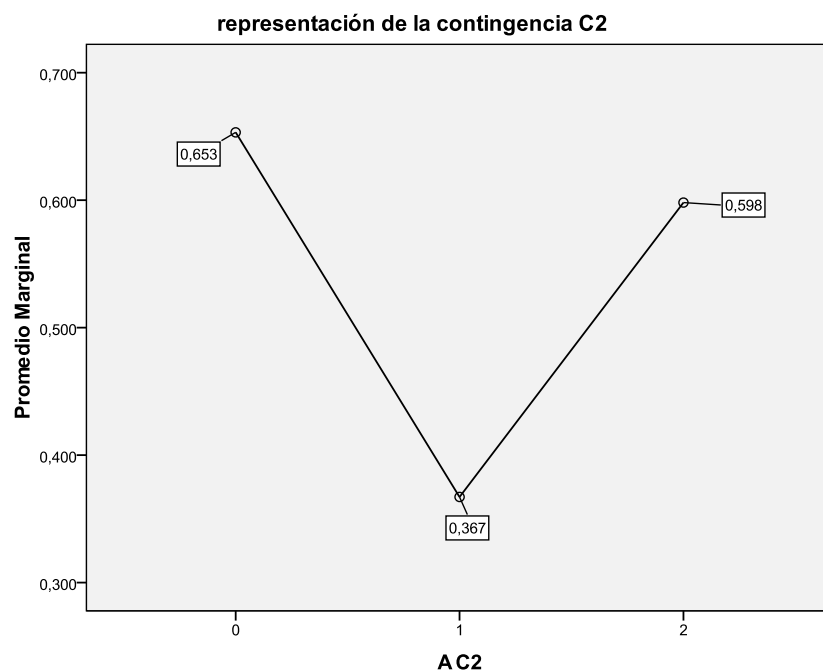
(I) A C3	(J) A C2	Diferencia Media (I-J)	Error Típ.	Sig. ^a	95% Intervalo de confianza de la diferencia ^a	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	,286 [*]	,025	,000	,227	,345
	2	,055	,030	,205	-,018	,128
1	0	-,286 [*]	,025	,000	-,345	-,227
	2	-,231 [*]	,030	,000	-,303	-,159
2	0	-,055	,030	,205	-,128	,018
	1	,231 [*]	,030	,000	,159	,303

Basado en medias marginales estimadas

*. La diferencia es significativa al nivel de ,05

a. Ajuste de comparaciones múltiples: Bonferroni.

La representación gráfica de los valores promedio observados para nivel de contingencia permitió confirmar visualmente este hecho (Figura 39).

**Figura 39.** Experimento 1. Contraste de medias marginales para acierto x contingencia. Cadena C2..

El decremento significativo en la contingencia para el nivel de acierto 1 supuso la necesidad de particularizar la interpretación sobre lo sucedido en la tarea

experimental, pero previamente, se contrastaron estos datos con los resultados obtenidos para la cadena de alta densidad (Tabla 33 y Tabla 34)

Tabla 33. Experimento 1. Resultados del ANOVA entre acierto y contingencia. Cadena C4.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: contingencia c4

Origen	Tipo III Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,461 ^a	2	1,730	85,822	,000
Intersección	24,255	1	24,255	1203,036	,000
RCC4	3,461	2	1,730	85,822	,000
Error	3,427	170	,020		
Total	60,392	173			
Total corregido	6,888	172			

a. R cuadrática= ,502 (R cuadrática ajustada = ,497)

Tabla 34. Experimento 1. Comparaciones dos a dos. Medidas post-análisis en la relación entre acierto y contingencia. Cadena C4.

Comparaciones entre pares

Variable dependiente: contingencia c4

(I) RC C4	(J) RC C4	Diferencia Media (I-J)	Error Tip.	Sig. ^a	95% Intervalo de confianza de la diferencia ^a	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	,290 [*]	,024	,000	,233	,348
	2	,278 [*]	,037	,000	,188	,368
1	0	-,290 [*]	,024	,000	-,348	-,233
	2	-,012	,039	1,000	-,108	,083
2	0	-,278 [*]	,037	,000	-,368	-,188
	1	,012	,039	1,000	-,083	,108

Basado en medias marginales estimadas

*. La diferencia media es significativa al nivel de .05

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni

De manera análoga a lo sucedido en la cadena de baja densidad, el ajuste al patrón contingente sufrió variaciones significativas respecto al nivel de acierto (ANOVA 3 X 2). Las comparaciones múltiples constataron igualmente que este efecto se distribuía de manera desigual a lo largo de las condiciones observadas. Sin embargo, mientras que el cambio en el nivel de acierto intermedio, entre los valores 0 y 1 del nivel de acierto y 0 y 2 fue significativo, no lo fue el cambio intermedio, entre los niveles 1 y 2. En este caso, a diferencia del comportamiento observado en la cadena C2, los sujetos estabilizaron su representación contingente en los niveles superiores de acierto (Figura 40).

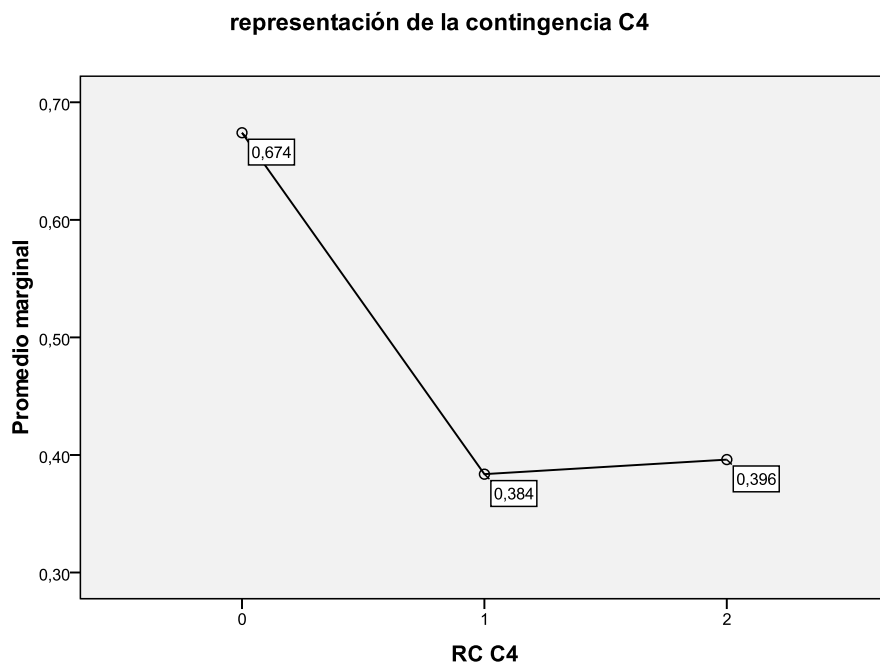


Figura 40. Experimento 1. Contraste de medias marginales para acierto x contingencia. Cadena C4.

La interpretación de los datos analizados sugiere algunas consideraciones particulares. Respecto a C2, la observación de los patrones de contingencia (ver matrices tipo en la Tabla 22) para cada ensayo realizado sugirió que el incremento inicial en la tasa de acierto estuvo acompañada de un incremento de falsas alarmas, con el consiguiente deterioro en la efectividad global de los resultados. Los sujetos se alejaban, entonces, del patrón de contingencia programado, al disminuir sus oportunidades, en este caso, de presionar la tecla NO (contingencia programada). Con el aumento de falsas alarmas y esta disminución de ensayos realizados sobre la alternativa estándar, la contingencia observada variaba significativamente (Δp descendió de 0,653 a 0,367), resultando a nivel conductual en una mayor experiencia de fracaso percibido y un mayor desconcierto en el sujeto respecto al nivel 0.

Sin embargo, esta situación varió de nuevo en el paso al nivel 2, alcanzando de nuevo prácticamente el nivel inicial ($\Delta p=0,598$), lo que se interpretó considerando que el incremento de la contingencia se debió a la compensación del número de aciertos con el de rechazos correctos. Con ello, la disminución de errores debidos a situaciones en que se presionó la tecla NO y se obtuvo resultado posibilitó la aproximación a 1 de la fracción de tasa de acierto sobre la tecla NO, lo que hizo aumentar la contingencia percibida globalmente. En otras palabras, los participantes obtuvieron un mayor nivel de acierto, dada la casualidad del acierto sobre la alternativa de reforzamiento, mientras conservaban un alto nivel de efectividad sobre la alternativa estándar.

5.5. Conclusiones.

Se diseñó una situación experimental de juicio predictivo en el que los participantes debían estimar, para cada ensayo, de manera anticipada, el resultado de una acción decisoria. Tal situación, reiterada en el tiempo, supone la oportunidad de analizar un conjunto de variables que determinan el modo en que nos representamos el mundo, especialmente a partir de dos elementos básicos:

- la estructura formal de los objetos del mundo, esto es, el modo en que los estímulos aparecen o no de manera interactiva en una situación dada.
- El modelo de relación establecida, por medio o a través de la acción, entre el sujeto y ese entorno cambiante.

Así, mientras la primera dimensión caracteriza a la información localmente disponible en un acto decisorio y, por lo tanto, moldea la conducta, siguiendo patrones de aprendizaje asociativo, en términos de contigüidad, contingencia y predicción de errores, la segunda dimensión plantea una cuestión psicológicamente atractiva, al referir el modo en que un sistema cambia a medida que el entorno actúa sobre él y, por tanto, lo hace también la consideración que éste va a tener de los aspectos formales inicialmente dispuestos, esto es, cómo afecta a la representación subjetiva.

La variabilidad de los resultados obtenidos en la tasa de respuesta de los sujetos pudo ser explicada en términos de la tasa de acierto sobre la alternativa de condicionamiento para la cadena de baja densidad de reforzamiento. En consecuencia, los efectos paradójicos provocados por la contingencia experimental programada se manifiestan en términos de un variaciones significativas sobre la probabilidad de respuesta de los sujetos. Mientras que no se produjo ninguna coincidencia local de reforzamiento sobre la cadena alternativa (a la que se llamó *cadena de contracondicionamiento*), las tasas de respuesta equilibraron un patrón contingente equivalente al inicialmente programado. Sin embargo, la presencia de reforzadores alternativos a nivel local modificó significativamente la representación de la contingencia, alejándola del mínimo para la cadena de baja densidad y por debajo del máximo para la de alta densidad. Este hecho, a su vez, influyó en la conducta considerada a través del análisis de tasa de respuestas sobre la tecla afirmativa o negativa correspondiente a cada una de las cadenas.

En definitiva, las observaciones realizadas apuntan hacia el hecho de que la representación en la decisión integra tanto elementos de carácter local como consideraciones más *holísticas*, transportadas por el componente temporal de la acción. Las personas actúan influidas por la manera en que los acontecimientos del mundo son presentados, pero también por la metarepresentación de la acción, de sus consecuencias sobre el entorno y de los resultados que todo ello tiene sobre ella misma.

5.5.1. Densidad y contingencia en la representación de la decisión compleja.

El propósito general del diseño experimental fue observar los efectos producidos en la decisión forzada sobre situaciones de doble alternativa en situaciones complejas. Para ello, se intercalaron, en el proceso de decisión, ensayos aleatorizados pertenecientes a dos cadenas de densidad diferente, 0.25 y 0.75. A lo largo de las cadenas se presentaba un sistema de doble reforzamiento, consistente en información verbal sobre el acierto, en función del grado de ajuste al patrón programado, e información sobre la magnitud de recompensa en caso de acierto sobre la respuesta programada.

El análisis realizado mostró un efecto significativo de la probabilidad de respuesta afirmativa en relación a la estructura de reforzamiento. En una observación más detallada, se constató cómo este efecto se presentaba en relación con el grado de acierto sobre los ensayos que contenían información paradójica respecto a la magnitud de recompensa. En concreto, la significatividad observada se centraba en la presencia de ensayos correctos cuando coincidía la respuesta del participante (presión de la tecla SI en C2 y presión de la tecla NO en C4) con la programación diseñada inicialmente. Para ello, se definió un rango de dos ensayos posibles como umbral máximo de coincidencia como parte del diseño experimental.

La interpretación de los datos realizada permitió organizar las conclusiones en los siguientes apartados:

Hipótesis 1. Sensibilidad a la densidad de reforzamiento y ajuste al patrón programado.

Pese a que los datos identificaban variaciones en la respuesta de los sujetos, éstos tan sólo se ajustaron al patrón inicialmente establecido en los bloques de ensayo en los que no hubo ningún tipo de coincidencia sobre la alternativa de recompensa. Sin embargo, en los bloques en los que hubo uno o dos ensayos correctos sobre la alternativa de respuesta, se produjo una desviación del patrón esperado, expresado en relación al incremento o decremento, para C2 y C4 respectivamente, de la tasa de respuestas afirmativas. Con objeto de modelizar gráficamente este hecho, de cara a obtener una explicación visual y cuantitativamente más esclarecedora, se procedió a realizar un análisis adicional cuyo objetivo fue observar estas variaciones en relación a la progresión de la decisión a lo largo de la secuencia de ensayos en un bloque.

Con este propósito, se identificaron los ensayos en los que los participantes presionaron la tecla SI por bloque experimental. Las probabilidades de aparición de un ensayo perteneciente a la cadena C2 o C4 estaban condicionadas por la aleatorización programada en el diseño experimental. Con todo, debido a este hecho, se esperaba que la distribución de probabilidad asignada por el procedimiento a cada uno de los 16 ensayos arrojara valores aproximados, evitando sesgos posibles de respuesta debidos al orden de

presentación de los ensayos que contenían los dos ensayos paradójicos. De esta manera, éstos podían aparecer en cualquiera de los 16 ensayos posibles de que constaba el experimento.

Una vez tabulados los datos de respuesta afirmativa del sujeto (ver ANEXO), se obtuvieron las probabilidades de respuesta positiva por ensayo y grupo de acierto. Con ello, se determinó la curva de probabilidad acumulada de respuesta positiva por bloque experimental (Tabla 35).

Tabla 35. Experimento 1. Probabilidad de respuesta positiva por ensayo experimental. Datos correspondientes al análisis general de la muestra, distribuidos por condición de acierto. Se presentan también los valores de probabilidad acumulados utilizados en la realización del diseño gráfico. VE BLQ, valor esperado global por nivel de acierto (datos obtenidos del análisis de la distribución sobre respuesta positiva por bloque de ensayo, ver ANEXO para resultados en detalle).

	A	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	VE BLQ
C2	0	0,132	0,103	0,132	0,162	0,103	0,074	0,118	0,176	0,147	0,147	0,103	0,206	0,103	0,074	0,147	0,044	0,246
	1	0,286	0,114	0,229	0,186	0,314	0,157	0,329	0,271	0,214	0,186	0,229	0,257	0,243	0,271	0,286	0,257	0,479
	2	0,500	0,412	0,353	0,265	0,294	0,382	0,382	0,529	0,324	0,235	0,118	0,265	0,265	0,206	0,294	0,324	0,643
C2 acuml	0	0,132	0,235	0,368	0,529	0,632	0,706	0,824	1,000	1,147	1,294	1,397	1,603	1,706	1,779	1,926	1,971	
	1	0,286	0,400	0,629	0,814	1,129	1,286	1,614	1,886	2,100	2,286	2,514	2,771	3,014	3,286	3,571	3,829	
	2	0,500	0,912	1,265	1,529	1,824	2,206	2,588	3,118	3,441	3,676	3,794	4,059	4,324	4,529	4,824	5,147	
C4	0	0,476	0,388	0,398	0,456	0,311	0,408	0,350	0,427	0,350	0,437	0,398	0,350	0,427	0,369	0,427	0,417	0,746
	1	0,296	0,185	0,352	0,352	0,296	0,315	0,315	0,185	0,315	0,296	0,407	0,315	0,333	0,370	0,222	0,259	0,569
	2	0,176	0,471	0,176	0,353	0,353	0,176	0,176	0,176	0,294	0,647	0,176	0,176	0,412	0,294	0,176	0,235	0,529
C4 acuml	0	0,476	0,864	1,262	1,718	2,029	2,437	2,786	3,214	3,563	4,000	4,398	4,748	5,175	5,544	5,971	6,388	
	1	0,296	0,481	0,833	1,185	1,481	1,796	2,111	2,296	2,611	2,907	3,315	3,630	3,963	4,333	4,556	4,815	
	2	0,176	0,647	0,824	1,176	1,529	1,706	1,882	2,059	2,353	3,000	3,176	3,353	3,765	4,059	4,235	4,471	

a) Nivel 0 de acierto sobre alternativa de decisión.

Los valores muestran una equivalencia entre el valor esperado global programado (0.25 y 0.75, para C2 y C4), en el promedio de sujetos observado respecto a la situación que no contuvo aciertos sobre la alternativa de respuesta. Así, como puede verse, el promedio obtenido para C2 fue de $p=0.246$ y para C4 de $p=0.746$.

En la Figura 41 aparece representado el patrón de decisión sobre cada situación experimental, para la cadena C2. La línea diagonal se estableció como umbral máximo de decisión. Un sujeto podía decidir, en un caso extremo, señalar todos los ensayos con una decisión afirmativa. El resultado, bajo esta

condición, sería un máximo de 8 ensayos afirmativos para la condición. Dado que cada decisión podría ocurrir en uno de los 16 momentos temporales asignados a los ensayos de un bloque, la distribución de probabilidades de respuesta asignaba una probabilidad distribuida de 0.5 para cada ensayo (teniendo en cuenta que C2 y C4 estaban intercalados). De esta manera, quedó definido el máximo teórico de decisión para ambas condiciones (Ay B).

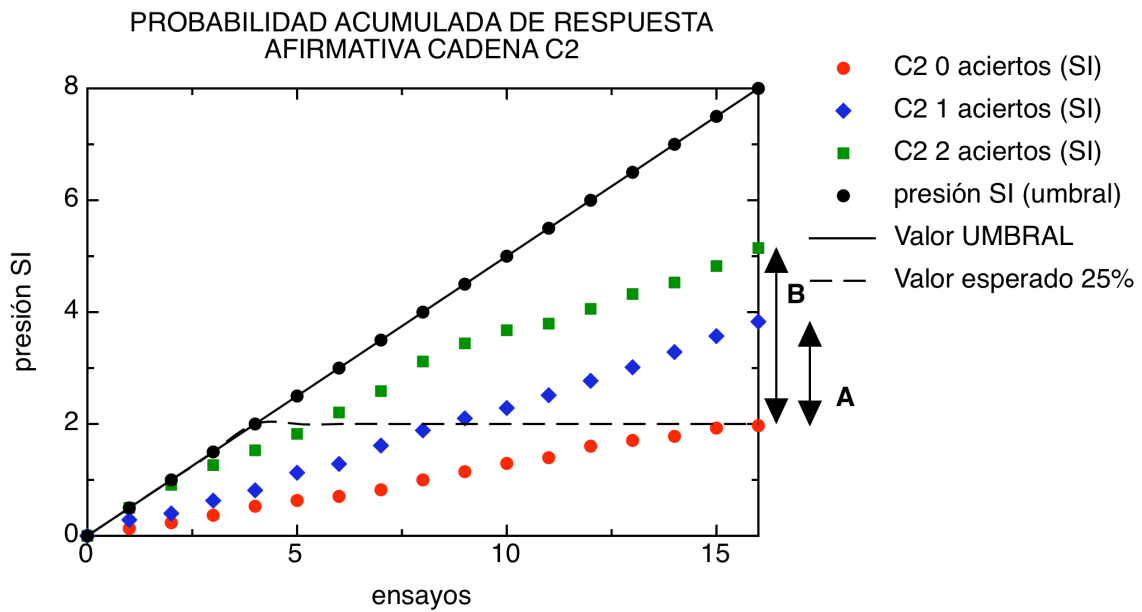


Figura 41. Representación del patrón de decisión por nivel de probabilidad de presión afirmativa. Cadena C2

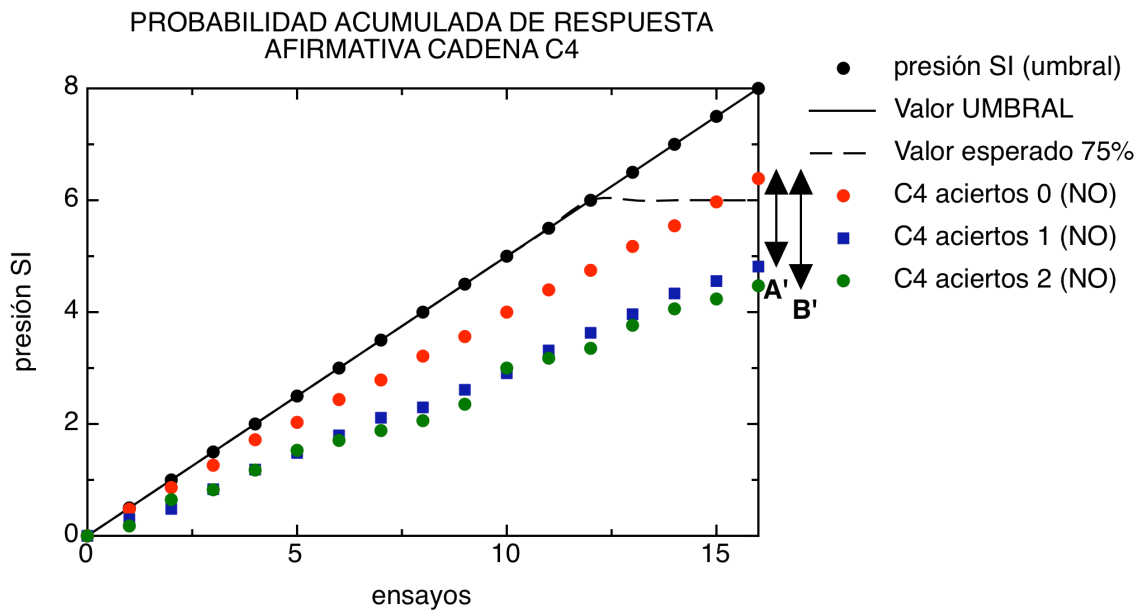


Figura 42. Representación del patrón de decisión por nivel de probabilidad de presión afirmativa. Cadena C4

La línea intercalada representa el nivel umbral establecido por la densidad programada en cada cadena. Puede observarse un pequeño incremento en la tasa acumulada de respuesta general sobre C4 respecto al valor esperado ($p=0.75$, equivalente a un máximo de 6 presiones sobre la tecla SI). Los sujetos tendieron a sobreestimar, en este caso, ligeramente, los resultados contenidos en la alternativa de mayor valor económico (SÍ, en este caso), tendiendo, en líneas generales, a ser conservadores respecto al riesgo posible de pérdida provocado por una elección incorrecta.

Particularmente, en esta condición, el riesgo de pérdida fue menor al estar distribuido el valor esperado total entre los 6 ensayos posibles (8 puntos por ensayo). La pérdida máxima posible por ensayo incorrecto era, en este caso, de 8 puntos. Al no obtener ningún resultado adicional en la alternativa de respuesta (en nivel de 0 aciertos, coloreado en rojo en el gráfico), los sujetos decidían permanecer sobre la alternativa de condicionamiento.

b) Nivel 1 de acierto sobre la alternativa de decisión.

En este caso se observaron diferencias significativas para ambas cadenas. Respecto a C2, el incremento de la pendiente de la secuencia de distribución de probabilidad acumulada expresa un aumento en la probabilidad de emisión de una respuesta positiva. Este hecho produce, en sí, un aparente desajuste respecto a la posible obtención de máximo beneficio. La diferencia observada podría explicarse entonces en términos de la búsqueda de resultados tangibles sobre los intangibles como describiremos a continuación.

La desviación observada se produce en aquellas situaciones en las que el resultado de la coincidencia entre decisión positiva y la alternativa programada devuelven 25 puntos. Tal situación genera un contexto de incertidumbre decisional cuyas características asociadas se centran en:

- en el plano mental, aparece una situación de confusión respecto a la representación generada previamente, en términos de condicionamiento sobre la alternativa de mayor frecuencia;
- consiguientemente, el valor de fuerza asociativa generado por el condicionamiento previo disminuye respecto a la presión de la tecla NO, en el caso de C2, reforzada socialmente pero sin devolución de recompensa económica (magnitud 0);
- el valor de fuerza asociativa entre la tecla SI y la recompensa económica aumenta, motivado por el proceso instrumental que tiene lugar, a nivel local;
- en consecuencia, la saliencia perceptiva de cada uno de los EC asociados a las teclas es diferente (Rescorla);
- se produce un incremento de la respuesta sobre la alternativa económica, en la búsqueda tentativa de encontrar nuevos máximos locales;

- el nuevo y progresivo patrón de decisión modifica la contingencia, esto es el modelo de relación entre individuo y entorno decisional, con lo que se ve afectada la representación de la situación;
- se produce un rendimiento subóptimo al desestimar la tasa base de resultados y otorgar una mayor confianza en la decisión en un modelo contingente con una mayor tasa de recompensa económica. En consecuencia, se produce un cambio de punto de referencia (criterio) en la decisión, con el consiguiente incremento del número de falsas alarmas, es decir, situaciones en las que el sujeto presiona la tecla SI, buscando una recompensa de 25 puntos y el juego no se la devuelve.

En el caso de la alternativa de alta densidad, C4, el proceso sigue un curso simétricamente inverso. El número de respuestas positivas decrece motivado por la coincidencia de un rechazo correcto, es decir, la coincidencia de la presión de la tecla NO coincidente con uno de los dos momentos programados posibles. En este caso, el programa devuelve un reforzador social, pero el valor económico equivale a 0 puntos.

En comparación, el contraste de ambas situaciones permite establecer consideraciones importantes de cara al presente y futuro. El potencial de fuerza asociativa de ambos tipos de reforzador no es igual, siendo mayor, a nivel local, el de la recompensa económica sobre el de tipo social. No obstante, la coincidencia intertemporal de ambos parece producir un efecto de ensombrecimiento que provoca el sesgo de asimetría observado, tanto a nivel cuantitativo (**¡Error!No se encuentra el origen de la referencia.**) como gráfico (diferencias entre las distancias $Ay A'$). En otros términos, existe un sesgo de magnitud provocado por la consideración local del efecto de recompensa inesperado. El contraste de esta nueva hipótesis supone un planteamiento de desarrollo posterior a esta tesis, siendo necesario comprobar este hecho mediante el control experimental de la variación de la magnitud sobre cada una de las alternativas de reforzamiento, en función de la densidad programada y empleando la medida de la probabilidad o la tasa de respuesta como VI (decisión).

Hipótesis 2. Efectos de simetría en las alternativas de reforzamiento.

a) Nivel 2 de acierto sobre la alternativa de decisión.

Los resultados obtenidos manifestaron la existencia de un escalamiento no lineal en el incremento de la tasa de acierto sobre la alternativa de elección (2 ensayos) para cada cadena de reforzamiento. En el gráfico, esta progresión aparece representada como la relación $B-(B-A)/(B-A)$, para C2, y $B'-(B'-A')/(B'-A')$, para C4. Sin embargo, se observó un sesgo de asimetría más acentuado en este nivel que en el nivel de 1 acierto. Así, mientras que las diferencias observadas fueron significativas para C2, no así lo fueron para C4.

Desde un punto de vista interpretativo, la distribución lineal de la recompensa global en una cadena de mayor densidad contrarrestó con mayor eficacia el

efecto de reducción de fuerza asociativa provocado por la coincidencia de un segundo acierto en la alternativa de decisión. El diseño experimental realizado conservaba el valor esperado global, con lo que esta alternativa no contenía refuerzo económico aunque sí social. Este hecho, junto con el anterior, parecen sostener la tesis de una mayor capacidad de elicitación de aprendizaje asociativo por parte del reforzador económico frente al social. De este modo, el incremento de la tasa de respuesta negativa ($1-p(SI)$) no debe explicarse en términos de aversión a la pérdida por parte del sujeto (8 puntos en un conjunto posible de 48, por ensayo) sino en relación con el cambio en la percepción del modelo de contingencia por parte del sujeto y, con ello, de la mayor resistencia al cambio respecta a la alternativa C2, de menor densidad.

En suma, los datos manifestaron la relevancia de efectos de carácter local respecto a la representación mental de la situación, en la cadena C2 de baja densidad, mientras que en C4 los sujetos parecieron considerar con mayor fortaleza la representación global del juego, en términos de decisiones sobre pérdidas y ganancias.

Hipótesis 3. Representación mental de la contingencia.

Los efectos observados respecto a la variación del patrón de respuesta, en relación con el nivel de acierto sobre la alternativa de reforzamiento sugieren una nueva visión respecto a la situación experimental. El incremento en la tasa de respuesta positiva diferenció, en este sentido, la probabilidad condicional de obtención de un acierto. Esto significó la consideración del patrón de respuesta en relación, no sólo a los casos de coincidencia entre la presión de la tecla SI (por ejemplo, en C2) y la devolución de la recompensa, sino también de los casos en los que no se devolvió ningún resultado al presionarla, es decir, las falsas alarmas. En definitiva, el incremento en el número de aciertos conllevó, en la mayoría de los casos, el incremento de falsas alarmas.

Como elemento adicional, la información disponible por parte del sujeto a lo largo del experimento no contenía información explícita sobre la relación entre incertidumbre y riesgo, esto es, sobre la probabilidad de obtención de un resultado. Al contrario, la representación mental sobre la relación entre sujeto y decisión se construyó a medida que los participantes realizaron inferencias sobre los resultados de su decisión y las integraron en un modelo mental de la situación. Tales inferencias se realizaban, en los casos en los que aparecieron aciertos en los resultados sobre la alternativa de reforzamiento, en base a patrones de contingencia modificados por el patrón de respuesta del sujeto, lo que dio lugar al rendimiento subóptimo respecto a la programación dada.

En suma, la introducción de modelos de recompensa alternativos pareció inducir el cambio representacional de la contingencia, lo que, a su vez, modificó la situación teórica –el marco- de decisión del sujeto. En función del patrón contingente resultante de la acción subjetiva, el rendimiento fue más o menos eficaz.

Como conclusión, la tendencia observada sugirió un cambio representacional en la contingencia en el que se pudieron describir tres niveles diferenciados de

actuación. Estas tres etapas, descritas en la Tabla 36 establecen un nivel autocontrolado por el sujeto y guiado por el proceso de reforzamiento estándar programado, en el nivel 0 de acierto; a este le seguiría un segundo momento, en que los individuos se desconcertaban debido a la consecución de un refuerzo inesperado de alto valor (25 puntos) sobre la alternativa estándar. Este hecho pareció incrementar de manera significativa la tasa de presiones sobre el SI, aumentando no tanto el acierto como los errores debidos a falsas alarmas, en detrimento de la efectividad global. Por tanto, la situación podría expresarse en términos de desconcierto y búsqueda de un nuevo modelo representacional de la situación. Por último, en algunos casos, la probabilidad condicional programada permitió la duplicación del nivel de acierto, lo que posibilitó el acierto global y, por tanto la efectividad. Sin embargo, en este nivel, el control subjetivo cedió parcialmente paso a un cierto ejercicio controlado por el entorno de decisión, lo que potenció la permanencia en el desconcierto verbalmente manifestado por los sujetos respecto a la realización de la prueba.

Tabla 36. Experimento 1. Interpretación de patrones de decisión observados para C2.

Acierto sobre SI	densidad	Δp progr	Δp	Patrón aprendizaje	Referencia representacional
Nivel 0	0,25	0,000	0,653	autocontrolado	Aprendizaje asociativo (condicionamiento programado)
Nivel 1	0,25	0,000	0,367	subóptimo	Búsqueda de alternativa representacional
Nivel 2	0,25	0,000	0,598	Parcialmente controlado (patrón de riesgo)	Probabilidad aleatoria, programada externamente

La tendencia observada en conjunto pareció, en estos términos, similar a la observada en situaciones de conducta adictiva, en las que los sujetos pasan de un contexto comprensivo de una situación a un contexto de riesgo, en el que las variables múltiples intervinientes inhiben la capacidad de respuesta del sujeto respecto a la consideración racional del máximo beneficio. El beneficio observado bajo una situación de nivel 2 es únicamente de carácter local y está sujeto a la coincidencia determinística del patrón de contingencia con la respuesta de búsqueda del sujeto.

Tabla 37), el paso a nivel 2 registró, al contrario que en la cadena de baja densidad, una permanencia en el nivel representacional de contingencia bajo

Tabla 37. Experimento 1. Interpretación de patrones de decisión observados para C4.

Acierto sobre SI	densidad	Δp progr	Δp	Patrón aprendizaje	Referencia representacional
Nivel 0	0,75	0,000	0,674	autocontrolado	Aprendizaje asociativo (programa de reforzamiento)
Nivel 1	0,75	0,000	0,384	subóptimo	Búsqueda de alternativa representacional
Nivel 2	0,75	0,000	0,396	Parcialmente controlado. Buena discriminación de alternativas.	Probabilidad aleatoria, programada externamente

Tabla 22), sugirió, en este caso, que la estructura interna del procedimiento podría ser causa de que los sujetos diferenciaron entre alternativas más fácilmente y con mayor efectividad. De hecho, la reducción en la tasa general de falsas alarmas y errores (en este caso, presionar la tecla SI sin obtener resultado y presionar la tecla NO sin obtener resultado) respecto al nivel 1 fue debida a la mayor sensibilidad hacia las alternativas de reforzamiento. En suma, los participantes, permanecieron con mayor facilidad en la alternativa de condicionamiento, ayudados por el reforzamiento recompensado con 8 puntos por ensayos, aventurando en menor grado de tentativa, la búsqueda de recompensas alternativas, cuyo valor esperado venía determinado por la devolución adicional de 0 puntos y, por tanto, menos atractivo en términos de riesgo. En este caso podría decirse que el valor global del conjunto de la cadena facilitó la permanencia de los sujetos en el patrón contingente.

EXPERIMENTO 2. Preferencia y Juicio Causal en un procedimiento de interacción de claves. Análisis de la representación de la contingencia y densidad de reforzamiento en la decisión.

6.1. Introducción.

Como consecuencia del trabajo realizado en el experimento previo, continuando con el propósito general de esta tesis, se diseñó un segundo experimento encaminado a la observación de efectos y sesgos de decisión en situaciones complejas. En este caso, no sólo la contingencia y la densidad se propusieron como variables de análisis e interpretación. Guiados por la idea de la influencia de los modelos del mundo en la conducta y la representación, en la decisión, se decidió generar un entorno de competición de claves, modificando, a su vez, el tipo de tarea experimental, pasando de analizar el juicio anticipatorio al juicio causal humano.

6.1.1. Evolución de los juicios de contingencia.

Una de las múltiples necesidades adaptativas con las que el individuo se enfrenta en su vida cotidiana, ha de ser la de responder con adecuación a un entorno de actividad en el que varían de manera simultánea distintas fuentes de información en un mismo intervalo de tiempo. La oportunidad de decidir con éxito sobre algún tipo de acción parece estar, entonces, determinada por algún tipo de representación sobre la situación. Esa representación se configurará, al menos, con la información proveniente del estado del sistema sujeto-contexto, a nivel local, en el momento de la decisión, al tiempo que incorporará algún tipo de información global, en relación con la historia de la asociación presenciada por el sujeto, entre las variables en juego.

El análisis de los procesos de conocimiento sobre la contingencia ha sido estudiado en relación a cómo las personas adquieren y gestionan la información contingente a lo largo de un proceso secuencial de decisión (López, J., Fernández, & Shanks, 1999; D.R. Shanks, 1985; Shanks, 1987). Estos estudios ponen de manifiesto una relación directa entre la contingencia positiva y el incremento de la magnitud numérica de los juicios hasta alcanzar un valor asintótico cercano al de la contingencia presentada en el procedimiento. Por el contrario, cuando la relación de contingencia es negativa, los juicios realizados por los sujetos a lo largo de la tarea de aprendizaje indican un continuo progresivo desde el momento en que no existe relación entre la respuesta o el predictor dado y el resultado obtenido, hasta alcanzar un valor asintótico también cercano a la contingencia establecida en el procedimiento.

6.1.2. Efectos de densidad y patrones de contingencia.

Como hemos expuesto con anterioridad, los juicios causales humanos ponen de manifiesto la sensibilidad de los sujetos a la contingencia de reforzamiento, en términos de la representación mental sobre las relaciones entre las claves y los resultados a lo largo del tiempo. Sin embargo, el conocimiento adquirido por las personas en este tipo de representaciones está influido por otras condiciones tales como la contigüidad, que expresa el grado de yuxtaposición temporal de dos señales, predictor y consecuencia, o, de manera significativa para nuestro propósito en esta tesis, la densidad de reforzamiento.

Al considerar la densidad de reforzamiento como una variable determinante en la adquisición de conocimiento en relación a los procesos de aprendizaje humano, hemos de referirnos a la probabilidad general con que se presenta un sistema de reforzamiento (Vallee-Tourangeau, Murphy, & Baker, 2005; E.A. Wasserman, et al., 1983). Esta probabilidad viene definida en términos de la frecuencia de reforzamiento en un programa concreto, independientemente de la relación de contingencia establecida entre estímulos y es reconocida como *densidad* o *tasa base* de resultado.

El diseño experimental de efecto de densidad ha contemplado tradicionalmente dos parámetros relevantes en la programación del sistema de reforzamiento: por un lado, el reforzamiento condicional de la respuesta del sujeto, es decir, el número de veces que obtiene un resultado al tomar una decisión en presencia de una clave ($R|CP$) y, por otro el número de resultados obtenidos en ausencia de tal predictor ($R|CA$).

En este punto, hemos de hacer una puntualización. Desde un punto de vista experimental, el tratamiento operativo de ($R|CP$) y ($R|CA$) es diferente. Mientras que el primero se introduce en el procedimiento experimental en relación a la tasa de respuestas del sujeto, el segundo obliga a la segmentación de la serie temporal de decisiones sucesivas en tramos o *unidades binarias*), a menudo de 1 s. de longitud, que definen los intervalos en los que los sujetos no emiten una respuesta. De este modo, es posible manipular experimentalmente la estructura formal de devolución de recompensas en función de la variable temporal.

Parece oportuno, por tanto, señalar la existencia de dos tipos de determinación diferentes, al menos, en los procesos de juicio contingente. Si bien la manipulación de la contingencia produce efectos directos sobre el incremento de la valoración subjetiva, parece existir un efecto sutil y complementario de la densidad de reforzamiento (E.A. Wasserman, et al., 1983), según el cuál para situaciones de contingencia positiva, el aumento de la tasa base de reforzamiento producirían un decremento en los juicios de contingencia/causalidad (son menos positivos), mientras que en los casos en los que se presentaron contingencias negativas, los incrementos de tasa base provocaron un fortalecimiento de los juicios de decisión (fueron más positivos).

Otras investigaciones (D.R. Shanks, 1985; Shanks, 1987; Vallée-Tourangeau, Murphy, Drew, & Baker, 1998) han puesto de manifiesto cómo las personas tienden a percibir una mayor relación de contingencia cuando la probabilidad de ocurrencia era alta que cuando esta era baja, en diseños experimentales de contingencia nula.

En general, a este fenómeno conductual por el cuál las expectativas sobre la contingencia, en la decisión causal o contingente se sobreestiman o subestiman, se le ha llamado *sesgo de densidad* y parece reflejar una tendencia inherente a los mecanismos de aprendizaje causal. Sin embargo, el grado de significación de la variación de la densidad respecto al juicio de los sujetos requiere un análisis más pormenorizado. Así, Vallée-Touren gau y cols. (Vallee-Tourangeau, et al., 2005) encontraron que esta influencia significativa se concentraba específicamente en los programas de contingencia negativa, de modo que el promedio de juicios de contingencia de los sujetos sobre las contingencias negativas parecería gobernar el impacto en la significatividad global del diseño empleado. Como resultado adicional, se analizaron las tasas promedio de respuesta en los segmentos binarios totales de la prueba, encontrando una significación respecto a los niveles de contingencia, siendo no significativas las diferencias en los niveles de tasa base. Esta influencia del patrón de contingencia parecía manifestar el hecho conductual de que, a medida que los sujetos experimentaban un menor grado de control instrumental sobre la ocurrencia de un resultado, tendían a disminuir su tasa de respuesta.

Por su parte, otros estudios han constatado recientemente variaciones significativas en los juicios de contingencia de los sujetos, no sólo en relación a la programación experimental de la contingencia, sino, en concreto, a la densidad con que se presentan los resultados, $P(O)$ (L.G. Allan, et al., 2005). En efecto, Allan y cols., plantearon un diseño experimental en el que se solicitaban juicios sobre la relación entre un tratamiento químico y una bacteria propia del sistema digestivo de los mamíferos (experimento 1). Como resultado, aportaron una diferencia significativa en las puntuaciones asignadas debidas al efecto de densidad de reforzamiento. Así, los promedios observados para la mayor densidad en los programas no contingentes ($\Delta P=0$) eran superiores a los promedios obtenidos por la densidad baja y media de los programas de contingencia positiva ($\Delta P=0.467$). Como dato adicional, relevante para esta tesis, se identificó una relación no significativa entre la densidad y el transcurso de los ensayos, de tal manera que ya a los 20 ensayos se presentaba un efecto de densidad para los programas no contingentes mientras que era a partir del ensayo 40 cuando se hacía significativo para los programas contingentes. Tampoco fue significativo el efecto de interacción entre el ensayo y la contingencia.

6.1.3. Efectos de densidad y juicio predictivo.

Entre las diferentes tareas solicitadas a los sujetos en un diseño experimental de contingencia de reforzamiento, la emisión de juicios predictivos plantea la

solicitud al individuo de juicios individuales de decisión anticipatoria de resultado en cada ensayo del programa experimental. Así, es posible observar, al finalizar el mismo, el valor de la representación de la contingencia expresada por cada sujeto en términos del valor de ΔP predictivo, es decir, reflejado en términos de la anticipación progresiva del resultado. Allan y cols. (L.G. Allan, et al., 2005) diseñaron una tarea de este tipo para observar el comportamiento de la predicción en relación a la densidad y contingencia de reforzamiento. Para ello, analizaron los valores promedio obtenidos en $\Delta P_{pred.}$ para todos los sujetos de la muestra.

Anteriormente hemos citado cómo la contigüidad entre estímulo y respuesta incide, adicionalmente a la contingencia y densidad, en el establecimiento de juicios de decisión. Su acción combinada ha dado lugar a diseños de investigación característicos, en los que se consideraba el efecto de la degradación temporal provocada por la distancia entre clave y resultado, en los tramos de segmentación experimental del diseño de respuesta contingente (Shanks, Pearson, & Dickinson, 1989; Vallee-Tourangeau, et al., 2005). Así, la prolongación temporal de la diferencia entre el resultado y la clave podía dar lugar a confusiones en la interpretación de la relación, atribuyendo causalmente un resultado en ausencia de clave a una situación en la que realmente se había planificado la contingencia positiva (para fracciones binarias *-bins-* del diseño de programa). De este modo, la estimación causal de la contingencia se incrementaba en términos de valor para las situaciones condicionadas de resultado en ausencia de clave ($R|CA$) en función directa del decremento de la percepción de la contingencia positiva ($R|CP$). Con ello, el factor ΔP veía reducida su referencia de valor, expresando en términos psicológicos una degradación en la percepción global de la contingencia. En suma, una mayor contigüidad facilitaría la percepción de la contingencia positiva en el programa de reforzamiento. Si, bajo esta condición, se incrementa la densidad, lo que equivale a un aumento de la frecuencia de reforzamiento a lo largo de la distribución, aumenta la probabilidad de identificar erróneamente casos de emparejamiento E-R como resultados en ausencia de clave ($R|CA$), con lo que se incrementa la incidencia del sesgo de densidad y, como consecuencia, los sujetos tienden a subestimar la contingencia general de reforzamiento a lo largo del proceso de aprendizaje. La degradación de la percepción de la relación de contingencia (E. A. Wasserman, et al., 1993) parece estar experimentalmente relacionada con el impacto significativo de la densidad de reforzamiento en los programas de contingencia positiva, lo que parecería expresar un cambio en la atribución causal de los sujetos, relacionado con el incremento de la percepción de situaciones en las que un resultado es presentado en ausencia de la acción de decisión, un sesgo provocado por la distancia temporal forzada entre la acción y el resultado contingente (Vallee-Tourangeau, et al., 2005). Al contrastar dos programas de contigüidad, uno variable (el resultado se presentaba al final de cada *bin*, independientemente de su realización anterior) y otro fijo (el resultado se presentaba inmediatamente después de la acción), se observó una inversión en las valoraciones promedio de los juicios causales de los sujetos, en los niveles de contingencia positiva (no así en los de contingencia negativa). Así, para tasas base altas (0.625), las puntuaciones de los sujetos fueron mayores en el programa de contigüidad constante que para el de contigüidad variable,

situación que se invierte en el caso de tasa base baja (0.375). Se encontraron efectos significativos de la interacción entre contingencia y densidad para los programas de contigüidad fija y variable, no así significaciones independientes, de la contingencia y la densidad. Este hecho pareció confirmarse, de igual modo, en el caso del análisis de la proporción de respuestas, donde el parámetro de significación estableció efectos notables en la manipulación de la contingencia y la interacción de ésta con la densidad. Los resultados mostraron una relación entre la tendencia a la predicción positiva (el resultado iba a ocurrir) y el incremento progresivo de la densidad de reforzamiento, tanto en aquellos ensayos en los que la clave estaba presente como en los que estaba ausente. Junto con la relación observada del efecto de la densidad de reforzamiento sobre la tendencia a predecir el resultado, éste efecto no parecía existir en relación a la sensibilidad del sujeto hacia la contingencia actual (ΔP_{pred}).

6.1.4. Efecto de densidad y variabilidad de criterio de decisión.

En apartados posteriores desarrollaremos los postulados que plantea la Teoría de Detección de Señales, en relación con la modelización de procesos decisionales cuando las personas se enfrentan a diferentes patrones de contingencia y densidad. Respecto a este último factor, algunos trabajos han venido a señalar cómo la densidad podría afectar, por encima de a la sensibilidad del sujeto al cambio de patrón contingente, de manera más significativa, al cambio de criterio respecto a la decisión de juicio o predicción realizada, lo cual, a su vez, se vería reflejado conductualmente como un incremento en la tendencia a la respuesta positiva sobre una señal, a medida que aumente el valor de ΔP . Un dato relevante en estos estudios es que, bajo determinadas condiciones, este *sesgo de densidad* no parece estar presente. Tal es el caso de personas con cuadros depresivos (L. G. Allan, Siegel, & Hannah, 2007; L. B. Alloy & Abramson, 1979)

Tabla 38. *Matriz de contingencia expresando las condiciones básicas de decisión en el marco de la TDS.*

	Resultado	No Resultado
Sí	Acierto	Falsa Alarma
No	Pérdida	Rachazo Correcto

6.1.5. Teoría de Detección de Señales (TDS)

La evaluación de la contingencia puede plantearse empíricamente como una forma de detección de señal. En su forma más sencilla, una decisión discreta sobre una alternativa binaria, la matriz de contingencia resultante 2x2 expresará cuatro tipos de resultado, dependiendo de las consecuencias que la decisión ha tenido sobre el proceso general de representación (Tabla 38):

- *Acierto o éxito:* cuando la respuesta del sujeto es positiva y el resultado del sistema también.

- *Falsa alarma*: cuando la respuesta del sujeto es positiva pero el sistema no devuelve un resultado.
- *Pérdida*. Cuando la respuesta del sujeto es negativa, pero el sistema devuelve un resultado positivo.
- *Rechazo correcto*. Cuando la respuesta del sujeto es negativa, y el sistema devuelve también un resultado negativo.

En sus orígenes, la Teoría de Detección de Señales fue aplicada en contextos psicofísicos simples de decisión para analizar el modo en el que las personas establecen la presencia o ausencia de una señal en un entorno estimular dado, como identificar la presencia de un sonido en un contexto ruidoso o de una determinada intensidad lumínica sobre un fondo visual. Posteriormente, la TDS fue expandiendo su influencia a otros campos experimentales, tales como memoria y reconocimiento, conducta animal de elección o toma de decisiones en medicina (Blought, 2004; Swets, 1996).

El postulado esencial de la TDS supone que cuando un estímulo físico constante se presenta de manera repetida no genera, como resultado del proceso de presentación a un sujeto, un valor subjetivo –percibido- constante. En su lugar, el resultado estimado de manera subjetiva es variable, y parece depender tanto de factores internos –como las variaciones en el sistema nervioso del observador- o externos –fluctuaciones percibidas en el entorno experimental- Esta variabilidad puede ser representada en términos de una distribución normal y, en el marco de la TDS, es referida como *ruido*. El hecho de que el estímulo diana esté presentado en un fondo de ruido da lugar a la percepción variable y subjetiva de su valor.

En una tarea simple de detección de señal, ésta es presentada en ciertos ensayos (C), mientras que en otros, la señal no se presenta ($\sim C$). Así, por ejemplo, una señal audible de 1000Hz se incrusta en un fondo de ruido blanco, de tal modo que el observador ha de estimar su presencia (Y) o su ausencia ($\sim Y$), de acuerdo con la siguiente tabla de contingencia (Tabla 39):

Tabla 39. Matrices 2X2 de concurrencia de combinaciones de respuesta a la detección de señal (A) y de combinaciones de feedback de señal (b), en un bloque de ensayos estimado.

	C	$\sim C$
Y	A	B
$\sim Y$	C	D

	C	$\sim C$
O	A	B
$\sim O$	C	D

El valor A en la tabla de la izquierda refleja la probabilidad de identificar como presente una clave, cuando la señal está presente sobre la señal de ruido, $P(Y|C)$, lo que en términos de TDS se reconoce como la probabilidad de obtener un *éxito* (“hit”); por el contrario, el valor C define la probabilidad de identificar una clave cuando ésta no está presente, $P(Y|\sim C)$, lo que se define como una *falsa alarma*.

De manera adicional, es posible añadir un estímulo de feedback para indicar si la señal está teniendo lugar (O) o no (\sim O). Dadas las similitudes en el tratamiento de los pares de decisión entre estas situaciones de detección de la señal y las matrices de contingencia descritas en apartados anteriores de la presente tesis, se ha planteado que los mecanismos subyacentes a ambas estructuras teóricas son también análogos (L.G. Allan, et al., 2005). En una tarea de detección, el sujeto indica si la señal ocurre o no, mientras que en la evaluación de la contingencia, el observador predice si la clave tendrá o no un resultado. De este modo, en TDS, la respuesta del sujeto es relativa a la ocurrencia de la señal, mientras que en la evaluación de la contingencia, la respuesta del sujeto supone algún tipo de decisión predictiva basada en la frecuencia de ocurrencia de una señal. En tareas de detección, al sujeto se le pregunta si una clave está o no presente; en tareas de evaluación contingente, se le pregunta si una clave viene seguida o no por un resultado.

6.1.6. Análisis de la decisión en la Teoría de Detección de Señales.

La decisión de un observador respecto a la presencia o a la ausencia de una clave está regulada por dos elementos fundamentales:

- un criterio de decisión, β , que sirve como referencia para el establecimiento de la representación categorial necesaria para la decisión.
- Un valor, d' , de la sensibilidad del observador para discriminar las probabilidades diferenciales de presencia y ausencia de la señal (programaciones o patrones de contingencia). Como veremos seguidamente, esta habilidad subjetiva puede ser expresada también en términos del valor de la desviación típica, σ , de la distribución normal asignada y compartida por cada uno de los patrones de contingencia estudiados.

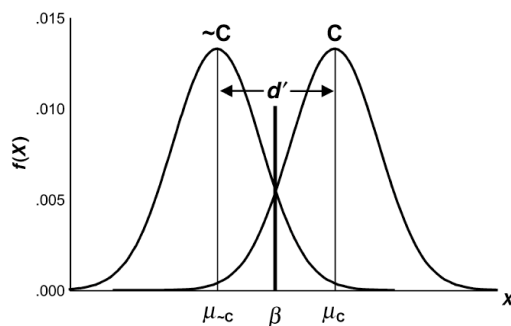


Figura 43. Representación gráfica de una situación de decisión binaria, en la que se presentan dos distribuciones de densidad, para la clave y para el fondo.

Con estos parámetros así dispuestos, la representación gráfica de una situación de decisión, en el marco de la TDS, puede describirse expresando en el eje de abscisas la evolución de una variable aleatoria, X , la cual expresa la distribución de los valores subjetivos generados por el sujeto cuando le son presentados los valores físicos de la prueba en cuestión, y en el eje de ordenadas la función de densidad de probabilidad para esa variable $f(X)$, definida para los dos estímulos, C y $\sim C$ ($f(X|C)$ y $f(X|\sim C)$, respectivamente). De este modo, $f(X|C)$ es la distribución de los valores subjetivos en las situaciones en las que la clave está presente, y $f(X|\sim C)$ es la distribución de los valores

subjetivos en los ensayos en los que la clave está ausente. En su forma más simple, se asume que las distribuciones son normales y que varían únicamente en su media.

Otra característica de la representación es que las distribuciones para C y ~C pueden solaparse, dependiendo del grado de fortaleza (o debilidad) de la señal. Dado que ambas distribuciones expresan la probabilidad de detección diferencial de un sujeto, el grado de solapamiento entre ambas, d' , es una manifestación de la sensibilidad del observador y se define como la diferencia de las medias de ambas distribuciones, normalizada mediante la desviación típica común:

$$d' = \frac{\mu_c - \mu_{-c}}{\sigma}$$

donde μ_c y μ_{-c} representan la media de las distribuciones para C y ~C. A medida que aumenta la fuerza de la señal, lo hará la media de la distribución para C, con lo que se incrementará d' .

La decisión crítica que ha de tomar el agente decisor en un ensayo es determinar si el valor subjetivo respecto a la situación dada es atribuible a la señal o, por el contrario, al ruido de fondo. Este hecho se resuelve mediante la asignación del parámetro β . Si el valor subjetivo asignado por el sujeto es mayor que β , entonces el resultado de la decisión será Y (“señal”); si el valor subjetivo está por debajo de β , entonces el resultado será ~Y (“no señal”). El área que queda bajo la curva normal para la distribución de C, a la derecha de β representa la probabilidad de que un sujeto emita un juicio positivo respecto a la clave (valor subjetivo mayor que el criterio de decisión). La estimación de esta probabilidad equivale a $P(Y|C)$. Su puntuación típica asociada en la distribución, z , representa una estimación de la distancia y localización gráfica entre el promedio de la distribución y el criterio de decisión, β :

$$z(Y/C) = \frac{\beta - \mu_c}{\sigma}$$

de manera análoga, el área bajo la curva normal para la distribución de los juicios subjetivos en ausencia de la clave se situará también en el margen derecho de β , y la probabilidad de obtener una decisión en ausencia de señal vendrá dada por la probabilidad $P(Y|\sim C)$, cuyo valor típico será:

$$z(Y/\sim C) = \frac{\beta - \mu_{-c}}{\sigma}$$

Combinando ambas ecuaciones, obtenemos el valor de d' , como resultado de hallar la diferencia respecto a las posiciones que ocupan las probabilidades de respuesta en ausencia y en presencia de la señal:

$$Z(Y|-C) - z(Y|C) = d' = \frac{\mu_c - \mu_{-c}}{\sigma}$$

6.1.6.1. Análisis de la señal y actitud al riesgo.

En la representación gráfica de una decisión sobre la presencia o ausencia de una clave, el criterio de decisión, como hemos visto, es un factor independiente de la sensibilidad del sujeto a la variación de las características psicofísicas del estímulo. Depende, entre otros parámetros, de la subjetividad del mismo. Por ello, un observador puede, en función de la experiencia acumulada, de la interpretación puntual de la información recogida o de una ponderación de ambas, modificar el criterio respecto a la situación de decisión, de tal modo que, en unos casos, el valor de β se situará, en función de estimaciones más arriesgadas, hacia la izquierda, por debajo de la media de $\sim C$ respecto a las distribuciones de probabilidad, incrementando las decisiones de tipo Y (la señal está presente); lo contrario sucede en el caso de las tendencias de decisión conservadoras, en las que el criterio β se situaría por encima del valor medio de C, con lo que se reduciría la tasa de decisiones positivas sobre la presencia de la señal. La posición moderada situaría el criterio de decisión entre ambas medias, e igualaría la tasa de decisiones sobre presencia y ausencia de clave [$P(Y)=P(-Y)$].

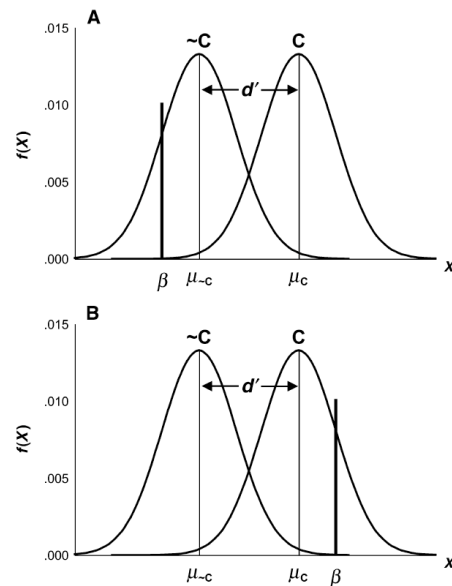


Figura 44. Representación de estilos arriesgado (A) y conservador (B) en la decisión bajo condiciones de detección de señal.

6.1.7. Efectos de variación del patrón de contingencia sobre sensibilidad subjetiva a la detección de la señal.

Ya hemos descrito en la introducción de este apartado cómo es posible asociar a cada una de las formas resultantes de un proceso de decisión simple reflejado por una matriz de contingencia 2x2, una etiqueta característica, en relación con la posibilidad de detectar una señal dada sobre un fondo distractor. Desde esta perspectiva, el patrón de contingencia definido a través de ΔP puede ser un factor potencialmente discriminante en relación al resultado final obtenido, como puede ser la respuesta del sujeto en un juicio de contingencia. De este modo, un acierto equivaldría a detectar la señal en un

entorno estimado de alto ΔP , una falsa alarma, a la detección en un entorno de baja ΔP , una pérdida, a la no detección de la señal en un entorno enriquecido de ΔP y, por último, un rechazo correcto a la no detección de una señal en un entorno empobrecido de ΔP .

En el caso en que el sujeto se enfrenta a diferentes patrones de contingencia de manera simultánea, existirán tantas matrices de pagos como condiciones experimentales de tipo 2x2 se planteen. En estos casos, siguiendo la propuesta descrita en las ecuaciones [número], la sensibilidad del sujeto a las variaciones de los patrones contingentes presentados vendrá dada por la distancia entre las medias de ambas distribuciones. En estos casos, las estimaciones para los valores de d' y β pueden ser obtenidas convirtiendo los valores de probabilidad de aciertos, $P(A)$, y probabilidad de falsa alarma, $P(FA)$ en sus respectivas puntuaciones típicas, z , $Z(A)$ y $Z(FA)$. El valor de d' equivale, entonces, a la diferencia entre ambos valores:

$$d' = Z(FA) - Z(A)$$

$$\text{Por su parte, } \beta = Z(FA)$$

La variación en la contingencia programada, ΔP , a lo largo de diferentes ensayos experimentales ha sido relacionada con la probabilidad incremental de obtener una respuesta positiva sobre la señal por parte del sujeto (L.G. Allan, et al., 2008). Teniendo en cuenta que el valor medio de cada una de las distribuciones de probabilidad posibles sobre la presencia o ausencia de señal equivale al valor físico de ΔP , es posible representar gráficamente la *función psicométrica* estableciendo en el eje vertical la probabilidad de obtener un resultado positivo respecto a la presencia de la señal ($P(Y)$), equivalente a la función normal acumulada.

Si definimos $P(R_p)$ a la probabilidad de que el observador emita una respuesta positiva sobre la señal, y representamos esta probabilidad en el eje vertical, es posible obtener una medida estimativa equivalente al área por debajo de cada distribución, que queda en la región derecha del criterio de decisión (Figura 45). La función normal acumulada tiene una pendiente cuyo valor es $1/\sigma$ y supone una medida de la sensibilidad del sujeto para

Tabla 40. Matriz 2x2 entre ΔP y la respuesta binaria del sujeto ante la detección de la variación del patrón contingente.

	ΔP alto	ΔP bajo
Señal (R+)	Acierto	Falsa Alarma
No señal (R-)	Pérdida	Rachazo Correcto

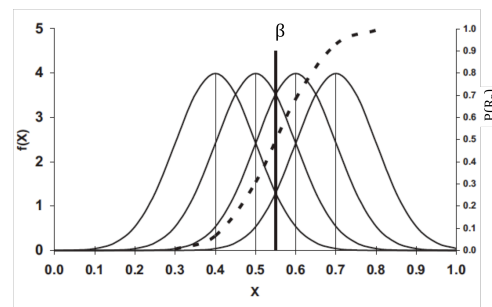


Figura 45. Representación del incremento proporcional en el valor de ΔP como variable aleatoria (X) en función de la probabilidad de respuesta positiva a la presencia de la señal, $P(R_p)$. La línea discontinua representa la función normal acumulada para un criterio de decisión medio. $B=0.5$

discriminar entre los diferentes valores de ΔP . El valor cuyo ΔP es equivalente a 0,5 se considera como *punto de equivalencia subjetiva* (PES) y ofrece una estimación del parámetro β . Los valores de β indican la tendencia en la decisión para cada sujeto, de tal manera que, como ya se indicó con anterioridad, un sujeto es considerado *conservador* sobre la probabilidad de emitir una respuesta positiva sobre la señal si $\beta > 0,5$, mientras que es *liberal* si el valor de $\beta < 0,5$. Con todo, es esperable, en términos de la argumentación seguida, que los sujetos difieran en su sensibilidad para discriminar los valores de programación contingente y, además, en el criterio que establecen respecto a sus juicios estimativos sobre la presencia de la señal.

6.2. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS.

Hipótesis 1.

Existen perfiles diferenciales frente al riesgo en la decisión. Se define como *perfil conservador* un patrón de respuesta tendente a elegir la alternativa de menor magnitud y mayor probabilidad en emparejamientos dobles cuyos estímulos están compensados en su valor esperado. De la misma forma, se define como *patrón arriesgado* el mostrado por una persona que tiende a elegir la alternativa de mayor magnitud y menor probabilidad, en situaciones de emparejamiento doble de valor esperado equivalente. La diferencia entre perfiles arriesgados y conservadores, tomada como medida del promedio de pesos entre las elecciones de sucesivos emparejamientos experimentales (índice de actitud al riesgo) influye en la percepción de la situación de decisión compleja y, por tanto, en el patrón de respuesta de los sujetos, expresado en términos de presión de tecla de elección y juicio emitido.

Hipótesis 2.

Se define el cambio en la sensibilidad como la diferencia de juicios sobre el atractivo de los estímulos presentados en un juego de preferencias, entre los momentos pre y post tratamiento. La sensibilidad al cambio entre las personas está determinada por el comportamiento de cada candidato estimular a lo largo del programa de reforzamiento contingente, de tal modo que al final de un proceso las diferencias entre las claves, tomadas a través del índice de agrado hacia el estímulo, aparecen más definidas que en el inicio.

Hipótesis 3.

Tanto la variación de la densidad de reforzamiento como la variación en la programación contingente afectan tanto al patrón de respuestas subjetivo (tasa de respuesta por bloque experimental) como a la variabilidad del juicio causal subjetivo (juicio emitido sobre valoración de contingencia).

6.3. Método.

6.3.1. Participantes y aparatos.

En el experimento participaron un total de 50 sujetos. De ellos, 45 eran alumnos y 5 profesores del Centro Universitario (Facultad de Educación). El experimento fue controlado por ordenadores portátiles, todos ellos con una configuración similar, contaban con procesador *Intel Core Duo* y una pantalla de 17 pulgadas (43,18 cm.). Los participantes se sentaban aproximadamente a 60 cm de la pantalla del ordenador. La realización física del experimento se realizó en una sala del Centro Universitario habilitada al efecto. Constaba de cuatro mesas, (120 x 40 cm. de superficie), situadas en paralelo, frente a la pared principal de la sala, en la que únicamente había un panel de color blanco. Cada puesto estaba separado de los demás por una distancia de 2m. Las pantallas de cada ordenador estaban dispuestas de tal modo que era imposible observar la pantalla de los otros ordenadores, dado el ángulo de inclinación visual. A la derecha de cada ordenador estaba dispuesta la escala de recogida de datos sobre el juicio de preferencia. En el margen superior de cada escala se situó un bolígrafo, igual para los cuatro puestos experimentales. Una vez todos los participantes habían finalizado un turno experimental, eran reemplazados por un nuevo grupo.

6.3.2. Diseño y Estímulos.

El diseño general constaba de cinco fases diferenciadas. Su esquema general aparece representado en el diagrama de flujo representado en la Figura 46. Según aparece en el diagrama, el procedimiento constaba de los siguientes apartados:

1. Recogida de datos sobre juicio de preferencia (JPI).
2. Tarea de elección binaria: actitud hacia el riesgo (AR).
3. Tarea de evaluación de la sensibilidad a la contingencia y la densidad de reforzamiento (CXD).
4. Tarea de elección: Juicio Causal (JC).
5. Recogida de datos sobre juicio de preferencia (JP II).

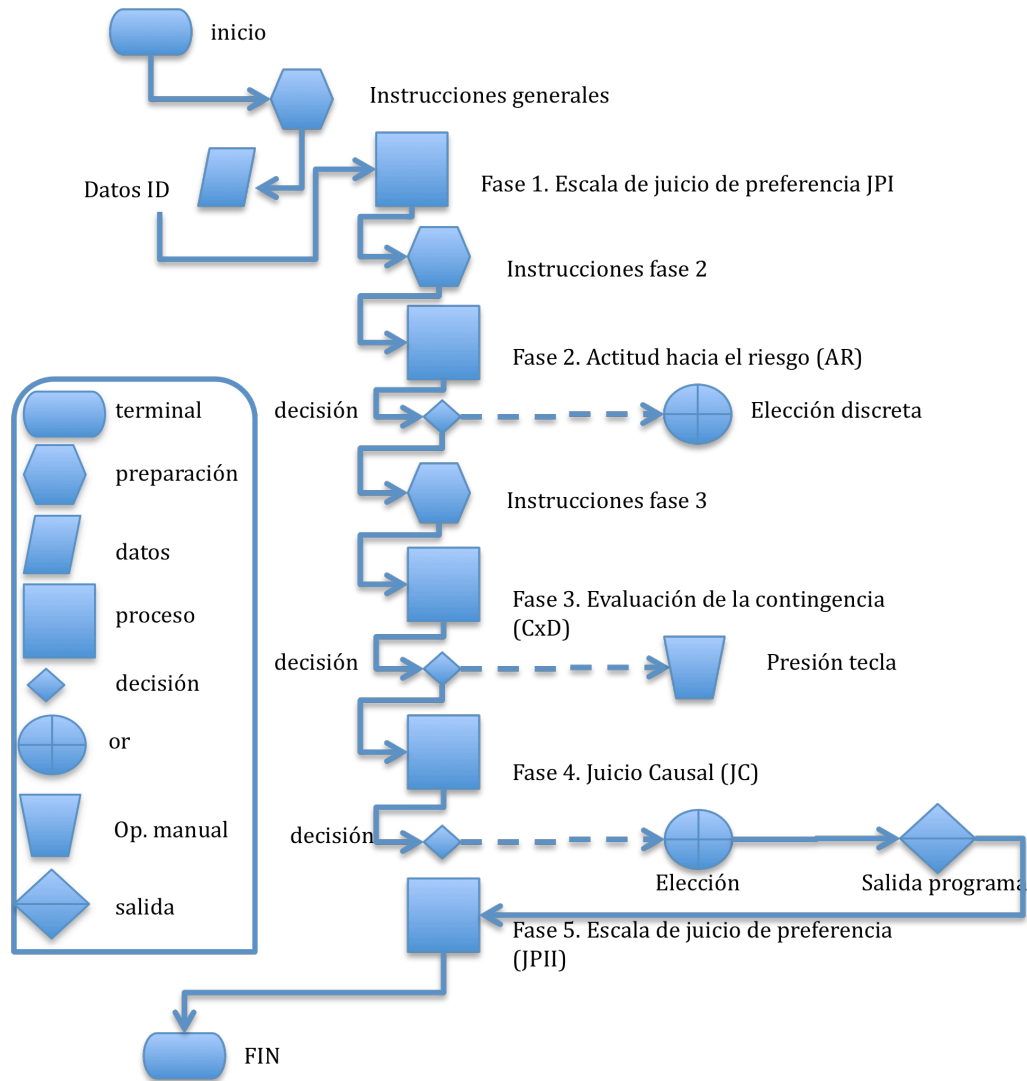


Figura 46. Diagrama de Flujo del experimento 2

6.3.3. Procedimiento.

6.3.3.1. Juicio de Preferencia.

En el comienzo del procedimiento, se solicitaba a cada participante que cumplimentara un cuestionario situado a la derecha del ordenador, en cada puesto experimental. En el documento, el cuestionario aparecía por duplicado, de tal modo que cada hoja contenía dos copias exactas del mismo, diferenciadas por una letra (A o B), indicando el momento experimental en el que se recogieron los datos (equivalente a la fase 1 o a la fase 5). Con objeto de eliminar efectos de interferencia de la información entre ambas fases, la hoja cuestionario aparecía doblada por la mitad, de tal modo que el sujeto

únicamente podía observar, en el inicio del experimento, la escala conteniendo la letra de codificación A.

Al finalizar el experimento, inmediatamente después del cierre del programa informático (fase 4), el experimentador daba la vuelta, sin mayor indicación, a la escala situada en cada puesto, y solicitaba al participante la cumplimentación de nuevo de la escala, esta vez sin ninguna instrucción adicional.

En el momento inicial, el experimentador presentaba verbalmente las siguientes instrucciones al grupo de participantes:

“Os doy las gracias por participar. A continuación vais a realizar una serie de tareas que están claramente definidas. Es muy importante que sigáis, en todo momento, tanto las instrucciones que aparecerán en la pantalla de vuestro ordenador, como las indicaciones que yo os iré indicando en los momentos apropiados.

Para comenzar, os pido que prestéis vuestra atención sobre la hoja de papel que está situada a vuestra derecha. En ella podéis ver una serie de símbolos gráficos o figuras geométricas, del estilo de las que os encontraréis a lo largo del experimento. Al lado de cada figura aparece una pequeña escala de valoración, puntada de -2 a 2. Encontraréis el código de valoración en la cabecera de la escala. Os pido que, con el bolígrafo que tenéis en la mesa, puntuéis cada figura en función del grado de afinidad o gusto personal que os sugiere cada una de ellas. Para ello, basta con poner una cruz en el lugar adecuado.

Debéis puntuar las ocho imágenes que aparecen. Considerad que, en un principio, es la primera vez que las veis, por los que los estímulos presentados son neutros, es decir, no tendrían por qué producir ningún tipo de efecto sobre vosotras/os. ¿Tenéis alguna pregunta?. Podéis comenzar.”

La Tabla 41. *Escala utilizada en la recogida de datos de la fase 1 y fase 5 del experimento.* muestra un detalle de la escala utilizada. Los estímulos empleados en la escala pertenecen a la matriz general de estímulos. Para su selección se siguieron los siguientes criterios:

- Debían estar incluidos los estímulos incorporados a la fase experimental de evaluación de la contingencia (fase número 3), es decir, c2, c3 y c4.
- Se incluyeron, como estímulos de control, algunos iconos presentados entre los pares de actitud al riesgo (fase 2).
- También se incluyó, como control adicional, en relación con la capacidad atencional, un icono repetido, el triángulo con dos círculos codificado como b3.

Una idéntica escala fue empleada con todos los sujetos que participaron en el experimento.

5 dígitos de tu DNI: _____

INDICA EL GRADO DE ATRACTIVO QUE TE RESULTA CADA DIBUJO SEGÚN LA CLAVE:

PUNTUACIÓN POSITIVA: ATRACCIÓN POSITIVA

PUNTUACIÓN NEGATIVA: ATRACCIÓN NEGATIVA

PUNTUACIÓN NEUTRA: NEUTRALIDAD


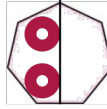
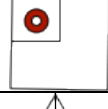
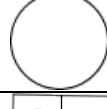
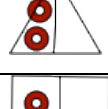
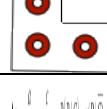


A		-2	-1	0	1	2		-2	-1	0	1	2
												
												
												
												

Tabla 41. Escala utilizada en la recogida de datos de la fase 1 y fase 5 del experimento.

6.3.3.2. Actitud hacia el riesgo.

Riesgo objetivo.

Experimentos previos han definido de manera objetiva el riesgo. Así, Rothshild y Stiglitz, presentaron una definición formal de riesgo caracterizada como la dispersión o distancia entre resultados, con la condición de que el VE (valor esperado) de las opciones esté conservado. Así, una lotería con ambas opciones al 0.5 de probabilidad, que devuelve 10 o 90 puntos (VE=50), es más arriesgada que otra que devuelve 40 o 60 puntos (VE=50). En este ejemplo, tanto las probabilidades como el VE son equivalentes, pero el riesgo es diferente. Esta definición es análoga a la ofrecida por medio de la utilización de otras medidas, ya comentadas, como la desviación típica o la desviación típica en las distribuciones, mientras que se mantiene constante el VE.

Riesgo Subjetivo.

Sin embargo, de manera opuesta, la aversión al riesgo tiene un carácter subjetivo. El grado de aversión al riesgo puede ser demostrado psicológicamente en contexto de análisis psicofísico por medio de la identificación del valor de referencia según el cual un sujeto se muestra indiferente cuando realiza elecciones sobre un resultado de alto riesgo (Luce,

2000). Así, dicho valor de indiferencia será menor para aquellos agentes más arriesgados que para los que lo son menos. A este valor de indiferencia se le ha venido a denominar punto de indiferencia o de certeza equivalente. Por ejemplo, un agente neutral manifestará el mismo punto de indiferencia para las dos loterías anteriormente citadas, ya que aquellas se expresan en términos equiprobables. Un decisor conservador (evitador del riesgo), disminuirá su punto de indiferencia respecto a la opción de alto riesgo, 10/90. Con ello, la diferencia entre puntos de indiferencia reflejará el grado de aversión al riesgo del sujeto (Christopoulos 2009)

6.3.3.3. Diseño conductual.

En el inicio del experimento se programó una secuencia de alternativas de decisión en la que se utilizaron una serie de pares de estímulos que contenían

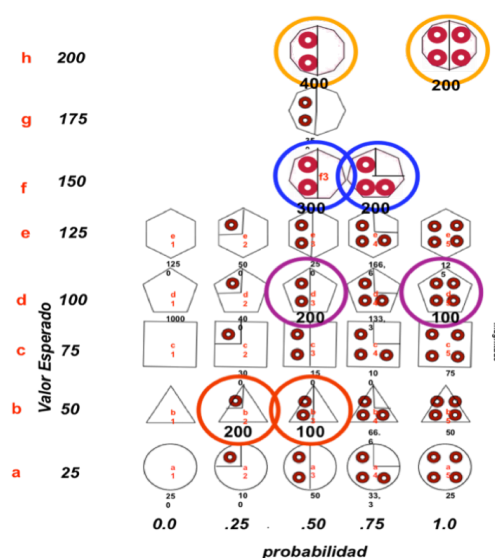


Figura 47. Pares utilizados en la valoración de la actitud hacia el riesgo en el Experimento, extraídos a partir de la matriz general de estímulos

información sobre la probabilidad de ganar una determinada cantidad de puntos. Los pares de estímulos se dividieron, a su vez, en dos conjuntos: un conjunto de cuatro pares de control y un conjunto de cuatro pares experimentales. Los pares de control se diferenciaban de los pares experimentales en cuanto al equilibrio en su valor esperado. Así, mientras que en los primeros el VE de cada par era sensiblemente diferente, en los segundos el VE permanecía constante. El objetivo de la presentación de los cuatro pares control fue el de comprobar la interpretación correcta de instrucciones por parte de los participantes, en concreto, respecto al concepto de probabilidad y recompensa.

Para la determinación de los pares experimentales decidimos, en esta ocasión, seguir el procedimiento empleado por Tobler (Tobler et al., 2007) y referirlo a

nuestra matriz general de estímulos creada al efecto de la realización del trabajo de la presente tesis. Así, se identificaron cuatro pares de estímulos en función de su equiparación de valor esperado, a los que se les asignaron las respectivas imágenes de acuerdo con el mecanismo de codificación establecido en la matriz (fig. 48). Sus características formales se presentan en la Tabla 42:

Tabla 42. *Emparejamientos de imágenes para la estimación experimental de la actitud hacia el riesgo (pares experimentales). Características formales de objeto (p=probabilidad, M=magnitud, VE=valor esperado).*

Par	b2	b3	d3	d5	f3	f4	h3	h5
p	0.25	0.50	0.50	1.00	0.50	0.75	.50	1.00
M	200	100	200	100	300	200	400	200
VE	50	50	100	100	150	150	200	200

Los sujetos debían señalar cuál de los dos estímulos de cada par preferían. Para ello, contaban con la información de la probabilidad y la magnitud para cada uno de los estímulos. De este modo, debían decidir en cada ensayo entre estímulos asociados con una alta y baja incertidumbre (variando la probabilidad), pero con el mismo valor esperado.

Para la determinación cuantitativa de la tendencia de respuesta respecto a la preferencia conductual, se estableció un factor de aversión al riesgo. Cada vez que el participante elegía el estímulo de mayor certidumbre, el factor de aversión al riesgo se incrementaba en una unidad (partiendo del nivel 0), mientras que la elección preferente sobre el estímulo de mayor incertidumbre (menor probabilidad), el factor de riesgo se decrementaba en una unidad. De este modo, un promedio positivo en el resultado final del factor de aversión al riesgo indicaba la presencia de un perfil de tendencia de conducta aversivo al riesgo, mientras que un factor negativo indicaría un perfil de búsqueda de riesgo. Por último, un resultado promedio de 0 sería indicativo de una tendencia neutra respecto al riesgo en la decisión de prospectos.

6.3.3.4. Procedimiento de reforzamiento secuencial. Patrones de contingencia.

A continuación de la fase de evaluación de la actitud al riesgo se diseñó un experimento basado en una tarea de aprendizaje instrumental en la que los sujetos debían realizar elecciones sucesivas a lo largo de una secuencia temporal de presentación de estímulos. El objetivo fundamental fue analizar el impacto de la contingencia de reforzamiento y la densidad de reforzamiento (tasa base) sobre la conducta de aprendizaje, el patrón de respuesta y los juicios causales de los sujetos participantes. Para ello, siguiendo los trabajos de Wasserman y cols., y de Vallée-Tourangeau y cols. (Vallee-Tourangeau, et al., 2005; Vallée-Tourangeau, Murphy, Drew, et al., 1998; E. A. Wasserman, et al., 1993), se establecieron tres niveles de densidad de reforzamiento (0.25, 0.50 y 0.75), y tres niveles de contingencia ($\Delta p = -0.50$, 0 y 0.50,

respectivamente), diseño que permitió crear un total de 9 condiciones experimentales. En cada una de las condiciones experimentales (bloque) se utilizaron un total de 48 ensayos. La Tabla 43 muestra las características formales del diseño experimental de los niveles de ensayo que

Tabla 43. Condiciones experimentales del diseño. Tabla de contingencia x densidad.

contingencia	Negativa			Neutra			positiva		
densidad	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75
p(R DP)	0.00	0.25	0.50	0.25	0.50	0.75	0.50	0.75	1.00
p(R DN)	0.50	0.75	1.00	0.25	0.50	0.75	0.00	0.25	0.50
Δp	-0.50	-0.50	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50

definen las condiciones. Como puede observarse la tasa base describe la densidad de recompensa en términos del valor obtenido en el cómputo global de la regla Δp . En este caso concreto, las características propias de la tarea imponen la necesidad de pronunciamiento directo del sujeto para cada uno de los ensayos, siguiendo un patrón de aprendizaje basado en un modelo de respuesta dicotómica (CP= decisión en presencia de clave; CA= decisión en ausencia de clave). Por ello, hemos igualado el factor de acción del sujeto expresado formalmente en las tablas originales de contingencia por el de CP, mientras que la respuesta en ausencia del predictor quedó asignada a la CA. De este modo, podemos calcular el coeficiente de contingencia, asignando valores en función de las probabilidades expresadas en la tabla, con lo que la organización del programa de contingencia establecido por el diseño se establece en términos de la diferencia entre los resultados positivos en presencia de la clave y los resultados positivos en ausencia de la clave. El resultado final de este proceso permitió incorporar en cada condición experimental los parámetros de reforzamiento específicos descritos por la matriz contingencia x densidad (Tabla 44)

Tabla 44. Valores de los parámetros de distribución de la contingencia de reforzamiento asignados a cada una de las nueve condiciones experimentales establecidas en el diseño. Las letras a, b, c y d se corresponden con los valores correspondientes de la matriz de contingencias.

contingencia	densidad	Δp	a	b	c	d	N
positiva	alta	0.50	24	12	0	12	48
	media	0.50	18	6	6	18	48
	baja	0.50	12	0	12	24	48
neutra	alta	0.00	18	18	6	6	48
	media	0.00	12	12	12	12	48
	baja	0.00	6	6	18	18	48
negativa	alta	-0.50	18	12	18	0	48
	media	-0.50	6	18	18	6	48
	baja	-0.50	0	12	24	12	48

Con todo, el diseño experimental hasta aquí descrito permitiría la observación de una matriz de condiciones del tipo:

Actitud hacia el riesgo (AR) [2] x densidad de Reforzamiento [3] x Contingencia [3]

(en corchetes se muestran los niveles asignados a cada una de las variables).

6.3.3.5. Estructura formal de la cadena de reforzamiento.

Con objeto de incorporar los valores de cada uno de los cuatro parámetros que configuran la representación de la contingencia de reforzamiento programada, Δp , asignamos una secuencia temporal a la cadena de reforzamiento. De este modo, cada uno de los 48 ensayos de que constaba una condición experimental tenía una duración máxima de 1 segundo. Este sistema de segmentación temporal, descrito anteriormente, ha sido denominado de unidades binarias o *bins*, y permitió la asignación y control de asociaciones del tipo (R|CA) y (NR|CA) incluidas en la condición en función de las estimaciones iniciales (Tabla 44). Con ello quedaba asegurado el control experimental de la variación producida por la contingencia a lo largo de las sucesivas condiciones del diseño.

6.3.3.6. Codificación de la magnitud de reforzamiento.










En nuestro planteamiento de diseño experimental fuimos incluyendo de manera progresiva variables de codificación que incorporan información relevante a la representación de una situación de decisión. En este proceso paulatino, nuestro objetivo fundamental fue mantener el control experimental independiente de cada uno de los factores intervinientes. Con ello, aseguraríamos un principio fundamental en la investigación: la posibilidad de manipular parámetros de cada variable para observar cambios en los patrones de resultados a lo largo de los diversos experimentos derivados.

En consecuencia, siguiendo este proceso de definición secuencial, incorporamos al estadio anteriormente descrito las claves y los reforzadores. Tradicionalmente, los experimentos de juicio causal se han basado en la estimación de la predicción o causalidad estimada sobre la asociación entre una acción subjetiva y la respuesta consiguiente. En su expresión más básica, el primer término de la relación viene definido por un *acto de decisión* (presión de una palanca, pulsación sobre una tecla del ordenador), mientras que el segundo se expresa en términos de la presencia o ausencia de un resultado dado (señal visual o acústica, por ejemplo). En nuestro caso, siguiendo las estimaciones iniciales presentadas en el planteamiento de hipótesis, consideramos la presencia de imágenes extraídas del conjunto representado en la matriz general de estímulos. De todas ellas, seleccionamos 3 imágenes escogidas en función de los atributos de variable sujetos a control, esto es, magnitud y valor esperado. Nótese que de manera inherente a estos atributos encontramos la probabilidad y la incertidumbre. Sin embargo, no están incluidos expresamente en este momento pues son considerados como variables en las etapas anteriores del diseño experimental, ya descritas (densidad y contingencia de reforzamiento). Por ello, nuestro propósito era crear experimentalmente situaciones en las que pudiésemos controlar, de

manera adicional, el valor esperado (VE) global de las condiciones experimentales, mediante la manipulación de la magnitud de reforzamiento, distribuida a lo largo de las nueve condiciones experimentales establecidas.

El resultado de esta etapa de diseño aparece representado en la Tabla 45. Como puede apreciarse, se eligieron tres figuras geométricas siguiendo los mecanismos de codificación programados, cuya valencia positiva contenía una magnitud de 300, 150 y 100, correspondientes a las figuras c1, c2 y c3, respectivamente, de la matriz general. Las tres figuras eran cuadrados que contenían, respectivamente, uno, dos o tres círculos.

Tabla 45. Asignación y variables de codificación de imágenes a las condiciones experimentales. VE=valor esperado. Los datos de codificación fueron extraídos de la matriz general de datos del experimento.

Contingencia	Negativa			Neutra			Positiva		
Densidad				0.25 			0.25 		
Código imag	c2	c3	c4	c2	c3	c4	c2	c3	c4
imagen									
Magnitud	300	150	100	300	150	100	300	150	100
VE	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Incertidumbre	0.8	1.00	0.8	0.8	1.00	0.8	0.8	1.00	0.8
Δp	-0.50	-0.50	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50

En función de los parámetros de codificación establecidos, el número de lados era representativo, a nivel formal, del valor esperado, y el número de círculos, de la probabilidad de aparición general (datos que no fueron comunicados al sujeto en el experimento). A su vez, estos principios reguladores de la codificación de la información reflejaban un tratamiento de la incertidumbre en dos niveles: 0.8. para las imágenes c2 y c4, y 1 (máxima incertidumbre) para c3. Cabe decir que se escogieron estas tres figuras por tres motivos: en primer lugar, buscamos un nivel medio de valor esperado respecto a las alternativas posibles; en segundo lugar, las tres figuras tenían un valor de magnitud entero, lo que permitía evitar dificultades derivadas de la percepción fraccionaria por parte de los sujetos en la interpretación del valor esperado; por último, las tres figuras no aparecían en la fase inicial de evaluación de la actitud al riesgo.

6.3.3.7. Diseño del patrón de presentación.

Una vez diseñado el conjunto final de estímulos y parámetros asignados a un programa de reforzamiento (cada bloque de los 9 presentados a cada sujeto), el programa informático empleaba una variable de aleatorización para presentar los ensayos de cada condición al azar. Con ello, quisimos evitar sesgos incontrolados derivados de la posible influencia del orden sobre la representación de la contingencia de reforzamiento (algo a considerar, probablemente, en trabajos futuros), de manera que los efectos observados fuesen atribuibles a los efectos individuales y de interacción de las variables estudiadas. Una vez dispuestas las tareas, se contrabalancearon las

condiciones por aplicación en combinaciones de tres elementos, correspondientes a las agrupaciones en orden de densidad de reforzamiento (ver Tabla 46). Para ello, tuvimos en cuenta, como criterio de balanceo, dos cuestiones:

- cada condición se presentaba en una proporción aproximadamente equivalente respecto a cada una de las nueve posiciones.
- Se respetaba la secuencia de tríadas (condiciones agrupadas por densidad), alternando las combinaciones de orden por cada tríada.

Como resultado de este planteamiento, realizamos una copia de la programación experimental por cada sujeto participante, de tal modo que el diseño conjunto se almacenó en un archivo que contenía un total de 50 copias, cada una con su correspondiente orden en función de la tabla y condiciones anteriormente reseñados.

Tabla 46. Orden de las condiciones experimentales

posición	1	2	3	4	5	6	7	8	9
sujeto									
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	9	1	2	3	4	5	6	7	8
3	8	9	1	2	3	4	5	6	7
4	7	8	9	1	2	3	4	5	6
5	6	7	8	9	1	2	3	4	5
6	5	6	7	8	9	1	2	3	4
7	4	5	6	7	8	9	1	2	3
8	3	4	5	6	7	8	9	1	2
9	2	3	4	5	6	7	8	9	1
10	3	2	1	6	5	4	9	8	7
11	7	3	2	1	6	5	4	9	8
12	8	7	3	2	1	6	5	4	9
13	9	8	7	3	2	1	6	5	4
14	4	9	8	7	3	2	1	6	5
15	5	4	9	8	7	3	2	1	6
16	6	5	4	9	8	7	3	2	1
17	1	6	5	4	9	8	7	3	2
18	2	1	6	5	4	9	8	7	3
19	2	1	3	5	4	6	8	7	9
20	9	2	1	3	5	4	6	8	7
21	7	9	2	1	3	5	4	6	8
22	8	7	9	2	1	3	5	4	6
23	6	8	7	9	2	1	3	5	4
24	4	6	8	7	9	2	1	3	5
25	5	4	6	8	7	9	2	1	3

26	3	5	4	6	8	7	9	2	1
27	1	3	5	4	6	8	7	9	2
28	2	3	1	5	6	4	8	9	7
29	7	2	3	1	5	6	4	8	9
30	9	7	2	3	1	5	6	4	8
31	8	9	7	2	3	1	5	6	4
32	4	8	9	7	2	3	1	5	6
33	6	4	8	9	7	2	3	1	5
34	5	6	4	8	9	7	2	3	1
35	1	5	6	4	8	9	7	2	3
36	3	1	5	6	4	8	9	7	2
37	1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	9	1	2	3	4	5	6	7	8
39	8	9	1	2	3	4	5	6	7
40	7	8	9	1	2	3	4	5	6
41	6	7	8	9	1	2	3	4	5
42	5	6	7	8	9	1	2	3	4
43	4	5	6	7	8	9	1	2	3
44	3	4	5	6	7	8	9	1	2
45	2	3	4	5	6	7	8	9	1
46	3	2	1	6	5	4	9	8	7
47	7	3	2	1	6	5	4	9	8
48	8	7	3	2	1	6	5	4	9
49	9	8	7	3	2	1	6	5	4
50	4	9	8	7	3	2	1	6	5

6.3.3.8. Emisión de juicios de contingencia.

Cada participante ejecutaba las nueve tareas diseñadas. Cada tarea quedaba diferenciada de la siguiente por un aviso claro del programa de ordenador, consistente en un cambio de formato de pantalla, de tal manera que quedaba claramente establecido el inicio y final de cada bloque de ensayo.

Al finalizar un bloque, la pantalla de cierre presentaba, además, un cuadro de entrada de datos en el que se solicitaba al participante la emisión de juicio sobre la contingencia de reforzamiento, en términos de la autopercepción sobre el control del programa de reforzamiento. Al finalizar el experimento, cada participante había emitido un total de 9 juicios causales. La tarea de juicio consistió en realizar una estimación sobre una escala de valoración, entre -100 y +100, dividida en segmentos de 10 puntos.

Instrucciones.

“El objetivo de este estudio es evaluar cómo la gente juzga de manera intuitiva los efectos de su conducta. A continuación participarás en nueve juegos muy simples. Al finalizar cada uno se te pedirá que juzgues si la presión de la tecla ESPACIO causó la aparición de las figuras que verás aparecer en medio de la pantalla.

Cada uno de los juegos dura aproximadamente un minuto.

DURANTE CADA JUEGO, ES IMPORTANTE QUE PRESIONES ALGUNAS VECES LA BARRA ESPACIADORA PARA VER QUÉ OCURRE, PERO TAMBIÉN ES IMPORTANTE QUE PRESTES ATENCIÓN A LO QUE OCURRE CUANDO NO LA PRESIONAS.

Verás con claridad el inicio de cada juego.

Al final de cada juego se te pedirá que evalúes la relación entre la presión de la tecla ESPACIO y la aparición de las figuras. Para ello tendrás que seleccionar tu opción en la escala que se presentará en pantalla, entre -100 y +100, según este criterio:

PUNTUACIÓN POSITIVA: indicarás que la presión de la tecla ESPACIO controla con frecuencia la aparición de la figura, y que no presionar la tecla ESPACIO raramente produce la aparición de la figura.

PUNTUACIÓN NEGATIVA: indicaras que la presión de la tecla ESPACIO NO produce la aparición de la figura, y que ésta SÍ aparece cuando no la presionas.

PUNTUACIÓN CERO: la presión de la tecla ESPACIO a veces controla la aparición de la figura y a veces no, en iguales proporciones.

Te damos la gracias por participar en este estudio.”

6.4. RESULTADOS

6.4.1. Actitud hacia el riesgo.

Los resultados de los juicios de preferencia realizados en la fase de evaluación de la actitud hacia el riesgo fueron analizados utilizando los cuatro pares de estímulos equiparados entre sí por su equivalencia de valor esperado. Cabe recordar que, siguiendo la programación establecida en el diseño experimental, las características formales de estímulo fueron, en este segundo experimento de la tesis, equivalentes a las establecidas por Tobler et al. (2005). Del total de la muestra experimental utilizada, 30 sujetos obtuvieron un perfil conservador (aversión al riesgo) (media=3,4; desviación típica: 0,932), 4 sujetos obtuvieron un perfil arriesgado (media=-2; desviación típica=0), y los 6 restantes obtuvieron un perfil neutro (media y desviación típica=0).

6.4.2. Evaluación de la preferencia (agrado).

En segundo lugar, se registraron las puntuaciones dadas por los participantes en la prueba respecto a la atracción, en cuanto al nivel de agrado, que sentían respecto a las imágenes del diseño. Las imágenes analizadas fueron, como objetivo experimental, C2, C3 y C4, empleadas en la siguiente fase experimental sobre juicio causal. Con los datos recogidos, se procedió a establecer los valores de *sensibilidad al cambio (agrado)* para cada sujeto, estimados en función de la pendiente de la recta que representa la diferencia en la tasa de valoración previa y posterior al experimento. La Tabla 47 muestra los valores promedios de sensibilidad al cambio obtenidos tanto para las imágenes objetivo como las imágenes control.

Tabla 47. Valores de Sensibilidad al cambio mostrados por el conjunto (promedio) de sujetos que intervinieron en la prueba experimental. Las tres filas inferiores muestran, a su vez, los valores programados correspondientes, respectivamente, a la magnitud, densidad y valor esperado.

	TEST			CONTROL				
imagen	C2	C3	C4					
CAMBIO EN								
AGRADO	-0,075	0,225	0,3	-0,05	0,175	0,275	-0,45	0,1
M	300	150	100	100	100	100	100	100
DENSIDAD	0,25	0,5	0,75					
VE	75	75	75	75	75	75	75	75

Las medidas de agrado tomadas en la fase previa al condicionamiento experimental no variaron respecto a los valores distribuidos observados [ANOVA MR: $F(1.311)$, $p=0,28$]. Sin embargo, los datos hallados al final de la prueba sí lo fueron [$F(3.813)$, $p=0.031<0,05$]. Dado que en todas las distribuciones presentadas se observó como regla experimental la igualdad en el *valor esperado global*, se interpretaron los datos en relación a la densidad y la magnitud. Así, como puede observarse en las gráficas de la Figura 48, los valores de respuesta sobre el juicio de agrado son superiores, tanto en la fase previa como en la posterior, para la cadena de alta densidad de reforzamiento y, en segundo término, para la cadena de densidad equivalente. Sin embargo, las diferencias entre los extremos de ambas cadenas son más acusadas en

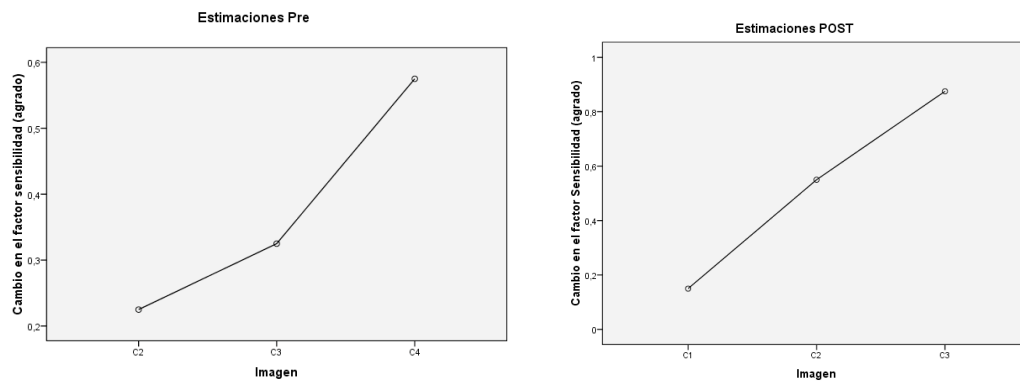


Figura 48. Variación de la percepción de agrado en función de la contingencia programada.

este segundo caso. La interpretación de los datos sugiere que, dado que el valor esperado es equivalente para las tres condiciones, los efectos observados implican un mayor efecto de condicionamiento (factor de cambio = 0.3; Tabla 47), para C4 (alta densidad) que para C2 (factor de cambio = -0,075). Al mismo tiempo, se observa una valencia positiva en el primero, indicando un aumento significativo en la agradabilidad sobre la figura de alta densidad, mientras que en el segundo, la valencia es ligeramente negativa, indicativo de la expresión del rechazo producido como consecuencia de la aversión al riesgo para la cadena de baja densidad (nótese que esta cadena, C2 se caracteriza, a su vez, por ser de un riesgo elevado frente a la cadena C4, en función de la distribución probable de la pérdida potencial).

Como paso subsiguiente, se comprobó la distribución de la significatividad observada, en un análisis *post-hoc*. Se empleó, para ello, un procedimiento Bonferroni, en la comparación entre pares de estímulos. Como se detalla en la Tabla 48, los datos confirmaron esta hipótesis, encontrando cómo las diferencias significativas respecto al contraste de varianzas se establecía entre las cadenas de alta y baja densidad.

Tabla 48. Comparaciones inter-pares

SENSIBILIDAD AL CAMBIO/VALORES PRE

		Diferencia		Std.	Sig. ^a	95% Intervalo de confianza para la diferencia ^a	
(I) AGRADOPREVIO	(J) AGRADOPREVIO	media (I-J)	Error	Error		Nivel inferior	Nivel superior
1	2	-,100	,258	1,000		-,745	,545
	3	-,350	,242	,467		-,955	,255
2	1	,100	,258	1,000		-,545	,745
	3	-,250	,205	,689		-,763	,263
3	1	,350	,242	,467		-,255	,955
	2	,250	,205	,689		-,263	,763

SENSIBILIDAD AL CAMBIO/VALORES POST

		Diferencia		Std.	Sig. ^a	95% Intervalo de confianza para la diferencia ^a	
(I) AGRADOPOST	(J) AGRADOPOST	media (I-J)	Error	Error		Nivel inferior	Nivel superior
1	2	-,400	,195	,142		-,889	,089
	3	-,725*	,263	,027		-1,383	-,067
2	1	,400	,195	,142		-,089	,889
	3	-,325	,213	,405		-,858	,208
3	1	,725*	,263	,027		,067	1,383
	2	,325	,213	,405		-,208	,858

Basado en medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

*. La diferencia media es significativa al nivel ,05 .

Los datos así tratados sugirieron la posibilidad de realizar un nuevo análisis. Si se produce un alejamiento ligero sobre la cadena de baja densidad (alta magnitud de recompensa), y éste puede ser debido, por tanto, a la probabilidad de la pérdida, mayor en este caso, respecto a la alta magnitud (mayor riesgo), cabría esperar diferencias entre la conducta de sujetos con perfil arriesgado y conservador.

Los datos hallados sobre actitud al riesgo no nos permitieron constituir una muestra suficientemente válida para contrastar este hecho (la mayor proporción de participantes resultaron en un perfil conservador), no obstante, se realizó un análisis descriptivo de la

situación de juicio dada, con objeto de explorar bases para futuras investigaciones. Así, se calcularon las diferencias marginales que establecían el factor de sensibilidad al cambio para cada condición experimental y, en esta ocasión, los datos fueron cruzados con los obtenidos previamente sobre actitud hacia el riesgo. Como resultado, se elaboró el gráfico de la Figura 49. *Dispersión de la sensibilidad al cambio en función del factor de actitud hacia el riesgo.* Si bien los datos no resultaron significativos [ANOVA: $F(2,176)$, $p=0,129$], pueden observarse varios hechos: primero, la varianza respecto al valor obtenido en la sensibilidad al cambio por los sujetos arriesgados (factor de actitud al riesgo = 1), fue debida fundamentalmente al efecto de la cadena de baja densidad sobre sus juicios (factor de sensibilidad = -0,75, 0,75 y 0,5, respectivamente, para C2, C3 y C4). En este sentido, los sujetos arriesgados parecieron rechazar en mayor grado (FSC = -0,75) la imagen de baja densidad que los sujetos conservadores (FSC = 0) segundo, al mismo tiempo, se aprecia un posible efecto inverso respecto a la imagen de alta densidad, C4. Así, los sujetos arriesgados puntuaron con un valor mayor (FSC = 0,5), que los sujetos conservadores (FSC = 0,19). La impresión general sobre la valoración conjunta de estos datos sugiere como hipótesis tentativa una consideración más extrema en los sujetos arriesgados respecto a las condiciones de alta y baja densidad, con mayores rechazos y mayores aceptaciones de las imágenes asociadas a las densidades alta y baja, que los sujetos conservadores. Estos, parecen manifestar un comportamiento más homogéneo respecto al modo en que se representarían tanto las posibles pérdidas como las posibles ganancias.

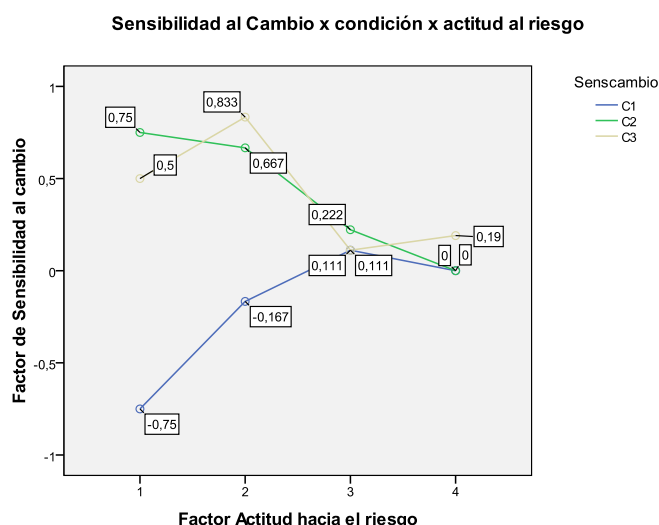


Figura 49. *Dispersión de la sensibilidad al cambio en función del factor de actitud hacia el riesgo.*

6.4.3. Efectos de densidad y contingencia sobre el juicio causal.

Un segundo conjunto de análisis se dirigió a la observación de los posibles efectos de la densidad y la contingencia sobre la conducta. A este respecto, en un primer momento, se trataron los datos en relación a los valores predeterminados por el diseño experimental. Así, como se ha descrito en el apartado correspondiente, la programación preestablecida dividía la tarea a realizar en nueve niveles o condiciones experimentales diferentes, todas ellas caracterizadas por valores específicos de la matriz *contingencia x densidad*. Para determinar los efectos producidos tanto por cada uno de los niveles de ambas variables como por la interacción de ambas, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA MR), siguiendo un *modelo lineal general de medidas repetidas (ANOVA-MR)*, donde todos los sujetos pasaban, en la realización del experimento, por las mismas situaciones experimentales. Así, la densidad y la contingencia fueron establecidas como variables independientes y asignadas, como factores, al proceso de análisis. Como variable dependiente se observó el juicio de valor asignado por cada participante al finalizar cada bloque de ensayos (equivalente a cada condición experimental).

Tabla 49. Datos para análisis sobre efectos de interacción entre parámetros que definen las condiciones experimentales del experimento y los efectos sobre la conducta de respuesta del sujeto, medidos en términos de juicio causal (datos correspondientes a un sujeto. Ver ANEXO para un mayor detalle).

sujeto	condicion	densidad	Dp prog	respuestas	p(O C)	p(O -C)	dP real	JC
2	1 alta	0.50		22		1 0,58333333	0,41666667	40
2	2 media	0.50		35	0,83333333	0,82352941	0,00980392	70
2	3 baja	0.50		18		1 0,33333333	0,66666667	60
2	4 alta	0.00		20		0,8 0,8		0 70
2	5 media	0.00		17	0,54545455	0,83333333	-0,2878788	70
2	6 baja	0.00		16	0,23076923	0,66666667	-0,4358974	80
2	7 alta	-0.50		18	0,69230769		1 -0,3076923	50
2	8 media	-0.50		17	0,27272727	0,66666667	-0,3939394	50

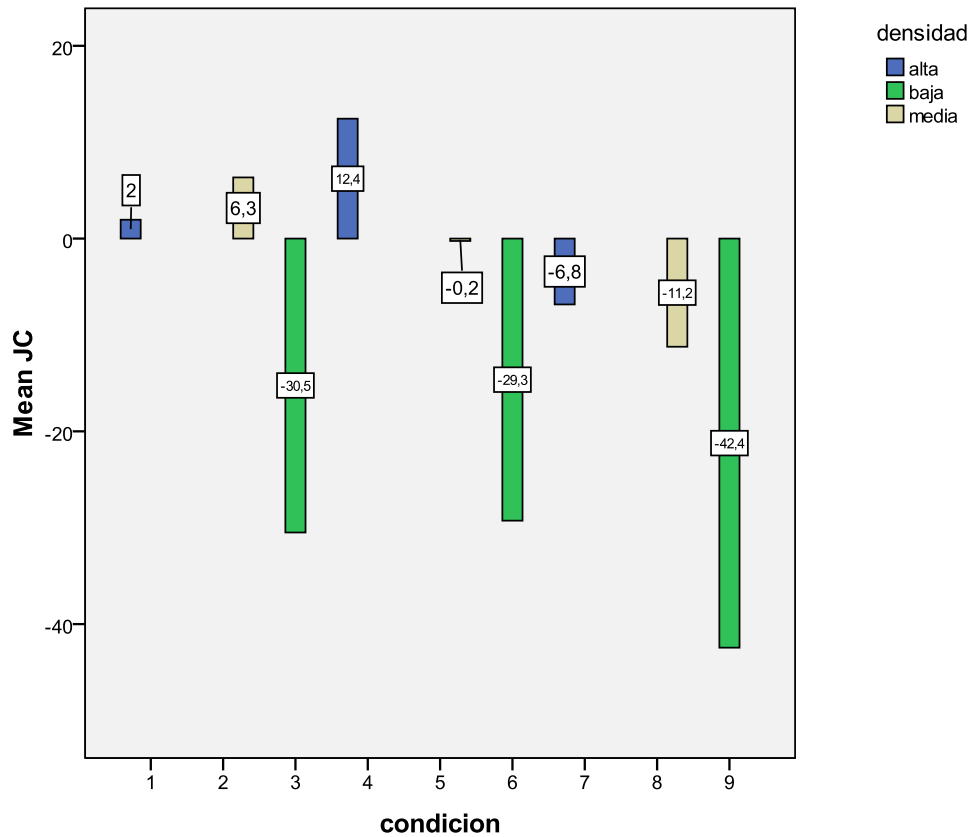


Figura 50. Variación de la densidad (promedios del juicio causal) en función de la condición experimental.

Un primer análisis descriptivo permite observar cómo el comportamiento de los sujetos parece venir marcado, al menos parcialmente, por un efecto de densidad. Así, , bajo las condiciones experimentales de alta densidad (condiciones 1, 4 y 7) parece observarse una diferencia marginal clara respecto a las correspondientes condiciones de baja densidad (condiciones 3, 6 y 9). De estos tres casos, la condición experimental 4 reflejó una mayor tasa en relación a las otras dos (media=12,4 frente a 2 y -6,8, respectivamente para 4, 1 y 7); en este contexto, desde un punto de vista observacional, pareció especialmente relevante el aparente sesgo de interpretación observado para la condición experimental 7 en relación con las otras dos situaciones de alta densidad analizadas. Tal hecho venía reflejado por un evidente cambio en la valencia causal otorgada, como promedio, en el proceso experimental. Las hipótesis iniciales apuntaban a un rango medio de juicio causal cercano al valor establecido por la probabilidad de reforzamiento programada en el inicio, es decir, alrededor de 75 puntos. Por el contrario, las valencias otorgadas, como promedio, por los participantes, fueron sensiblemente inferiores y, como hemos apuntado, incluso negativas, en el caso de la condición 7. La Tabla 50 muestra los valores medios y las correspondientes desviaciones típicas respecto a los juicios de decisión emitidos por los participantes. En este caso, se decidió eliminar del conjunto de análisis dos nuevos casos, el sujeto número 12 y el sujeto número 48, al presentar patrones uniformes de respuesta a lo largo del experimento [S12, *media*=-100; σ =0; S48, *media*=10; σ =0], por lo que los

valores que se presentan en la tabla son los corregidos de modo acorde con este presupuesto.

Tabla 50. Valores medios de juicio causal por condición experimental.

	condición experimental								
	0,50DA	0,50DM	0,50DB	0,00DA	0,00DM	0,00DB	neg0,50DA	neg0,50DM	neg0,50DB
promedio	4,359	8,974	-29,744	15,385	2,051	-28,462	-4,872	-9,487	-42,308
desv típ	61,336	64,023	70,281	67,506	56,855	61,411	66,684	59,558	61,020

Con todo, la amplia variabilidad observada en las distribuciones respecto a cada una de las condiciones experimentales pareció apuntar hacia la existencia de factores *intraindividuales* en la construcción de la representación de la situación experimental. En este sentido, la consideración de los valores promedio y las desviaciones típicas de cada uno de los participantes, pareció reflejar una diferencia, en realidad, en los puntos de referencia, o *puntos de igualdad subjetiva (PIS)*, respecto al modo en que los sujetos tomaban decisiones respecto a la relación causal establecida en cada situación. Sin embargo, y por razones lógicas en el diseño experimental realizado, fue necesario, por tanto, diferenciar en el análisis las conclusiones debidas a los efectos conjuntos observados sobre las respuestas (efectos de densidad, particularmente), a lo largo de las condiciones individuales, de los posibles sesgos *intrasujetos*, dado que el diseño aplicado, en este caso, no consideró una aplicación reiterada para sujeto de cada una de las condiciones experimentales (los sujetos realizaron una única vez cada una de las 9 condiciones experimentales). Tal consideración debía, no obstante, permanecer muy presente, de cara al diseño del siguiente experimento en esta tesis.

Tabla 51. Valores medios y desviaciones típicas de la decisión causal por sujeto.

	sujetos									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
promedio condi	53,33	-64,44	47,78	33,33	33,33	-2,22	-17,78	5,56	-57,78	
desv típ condi	26,93	55,25	6,67	37,08	7,07	49,94	54,95	47,73	59,95	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
promedio condi	23,33		-35,56	-44,44	-16,67	-35,56	28,89	-13,33	-60,00	
desv típ condi	94,34		61,87	84,13	36,06	61,87	79,44	64,61	65,38	
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
promedio condi	6,67	-4,44	30,00	1,11	-33,33	-20,00	-57,78	-7,78	-5,56	
desv típ condi	86,46	80,95	68,19	58,40	38,73	49,24	36,67	82,58	74,68	
	30	31	34	35	37	38	39	45	46	
promedio condi	34,44	12,22	38,89	-8,89	-63,33	-28,89	-24,44	-21,11	17,78	
desv típ condi	35,75	73,11	55,33	46,22	16,58	57,54	75,68	86,95	76,78	
	47	48	49	50	51					
promedio condi	-6,67		-38,89	-61,11	-1,11					
desv típ condi	47,17		62,34	35,86	36,89					

Como muestra la Tabla 51 los sujetos parecieron establecer referencias a la decisión sobre las cuales estimaban, en términos de *distancia al punto de referencia*, el valor de la fuerza asociativa. Tal distancia, parecía construirse a partir de la representación generada sobre la situación de decisión en su conjunto. Así, por ejemplo, sujetos con distribuciones similares respecto a la decisión causal (por ejemplo, S34, $\bar{x}=38,89$; $\sigma=53,33$; S49, $\bar{x}=38,89$; $\sigma=62,34$) mostraron promedios con valencias prácticamente simétricas respecto al punto de equilibrio (véanse ejemplos similares en el par S5 y S24 y entre S17 y S38). Estos datos, junto con la presencia de significación estadística de la densidad sobre la decisión causal que será descrita posteriormente, apuntaban hacia una línea clara de investigación: la observación, a lo largo del tiempo, de la estabilidad en la representación del agente decisor respecto al establecimiento de valencias en los juicios de decisión causal. Tal reflexión, como indicamos anteriormente, motivó el desarrollo de un tercer experimento en la tesis.

6. 4. 4. Efectos de contingencia sobre la conducta: grado de ajuste entre patrón programado y patrón real.

Dado que las tres condiciones experimentales citadas (1, 4 y 7) estuvieron igualadas en cuanto al valor de densidad de reforzamiento, pareció razonable establecer consideraciones adicionales, en el análisis, respecto a la evidencia

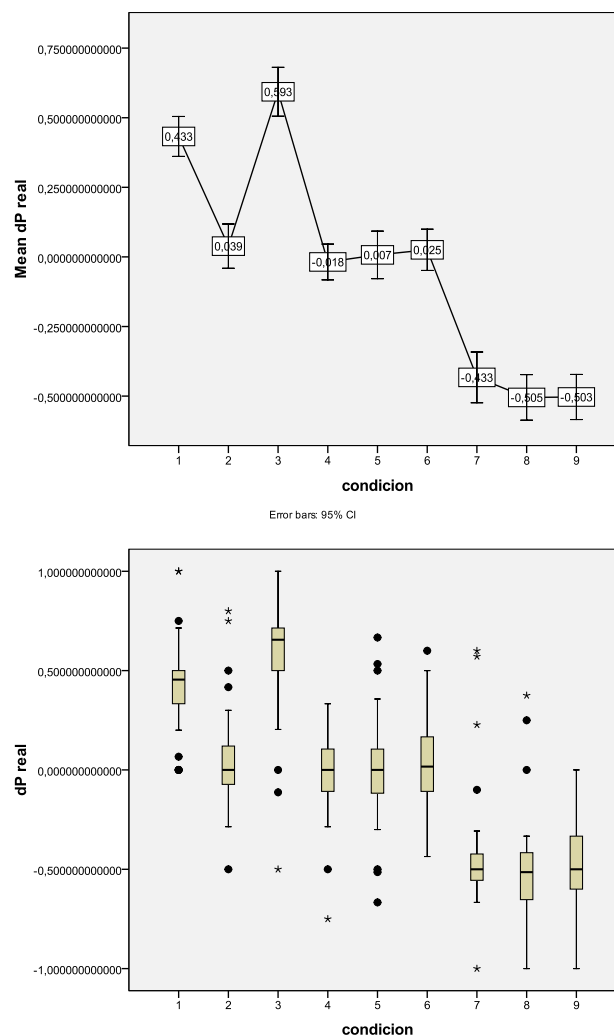


Figura 51. Efectos de contingencia de reforzamiento por condición experimental.

encontrada. En este sentido, se planteó la posible existencia de un efecto complementario debido a la contingencia, si bien, los datos observados no parecían corresponderse con claridad en término de ajuste a tal hipótesis (sería

esperable, en este sentido, que el orden decreciente en la tasa de valoración observada se correspondiese con el descenso en la contingencia programada, siguiendo el patrón experimental marcado, secuencialmente, por las condiciones 1, 4 y 7. En su lugar, el orden obtenido fue 4-1-7), significando un comportamiento inesperado en la condición 2 (media densidad, contingencia alta), respecto al juicio emitido por los participantes. Tal hecho, fue interpretado en términos de la argumentación establecida anteriormente, de tal modo que sería arriesgado en exceso aventurar hipótesis interpretativas sin consolidar previamente los supuestos de *estabilidad intraindividual* respecto a los *puntos de equilibrio decisional*. En otras palabras, tal efecto observado en la condición 2 podría ser debido a factores derivados de la elección local, según estableció el diseño y, por tanto, deben estar sujetos a un contraste con diseños de programación contingente más adecuados (*experimento 3*).

No obstante, los resultados obtenidos sobre el valor del parámetro de contingencia, para cada bloque de ensayos, mostraron un nivel alto de correlación [$r=0,765$, *Pearson, dos colas*, significativo al 0,01), al comparar los niveles programado y real (Tabla 52)]. El contraste individualizado por cada participante permitió hipotetizar sobre la relación entre la contingencia programada y la conducta de respuesta del sujeto, estimada en términos de su representación mental sobre la contingencia.

Tabla 52. Valores obtenidos sobre la tasa de respuesta de los sujetos participantes y valores programados, de la contingencia de reforzamiento.

	Contingencia alta			Contingencia nula densidad			Contingencia baja		
condición	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	alta	media	baja	alta	media	baja	alta	media	baja
programada	0,5	0,5	0,5	0	0	0	-0,5	-0,5	-0,5
Real (obtenida)	0,433	0,039	0,593	-0,018	0,007	-0,25	-0,433	-0,505	-0,503

6.4.5. Efectos diferenciales de densidad y contingencia.

Para contrastar el posible efecto de las características asociadas a las condiciones experimentales, en particular, la contingencia y la densidad, se utilizó un *Modelo Lineal General*, mediante el procedimiento ANOVA de Medidas Repetidas para determinar la influencia de la densidad de reforzamiento y la contingencia, sobre el juicio causal. Los resultados fueron los siguientes:

- a) efectos de la contingencia programada sobre el juicio causal. Se procedió a realizar un análisis Anova de Medidas Repetidas sobre los resultados obtenidos para las condiciones agrupadas de alta, media y baja densidad. Los datos obtenidos concluyeron en el rechazo de la hipótesis de partida, al observar niveles de significación superiores a 0,05, para las condiciones de alta densidad ($F=1,090$; $p=0,346$), como para las de media o baja (respectivamente, $F=1,617$; $p=0,213$ y $F=0,918$; $p=0,408$). La interpretación sugiere la ausencia de efectos significativos de la variación del patrón programado de contingencia sobre el juicio causal, de manera que los sujetos no fueron sensibles a ella a lo largo del experimento. No obstante, las conclusiones sobre este punto, se tomaron en línea con la necesidad de modificar el diseño experimental para obtener resultados consolidados a lo largo del tiempo respecto a la construcción de representaciones de la contingencia por parte de los sujetos.
- b) Efectos de densidad sobre el juicio causal. En este caso, el Anova de Medidas Repetidas se aplicó a las ternas de condiciones sobre las que la contingencia era equivalente. A diferencia de la situación anterior, en este caso sí se observaron resultados significativos (Tabla 53). La cantidad de imágenes presentadas en un bloque influyó en el juicio sobre la relación causal entre la acción subjetiva (presión de la tecla) y aparición de la señal visual. Tanto para el nivel de contingencia alta ($F=5,340$; $p=0,009$), como para los de media y baja ($F=4,184$; $p=0,023$ y $F=3,798$; $p=0,031$, respectivamente), la valoración sobre la relación causal fue mayor para la densidad alta e inferior, progresivamente para las densidades media y baja (Figura 52).

Tabla 53. Efectos de densidad sobre juicio causal. Análisis multivariados.

		Pruebas multivariadas ^b				
Efecto		Valor	F	gl hipótesis	gl error	Sig.
contingenciaalta	Traza de Pillai	,215	5,340 ^a	2,000	39,000	,009
	Lambda de Wilks	,785	5,340 ^a	2,000	39,000	,009
	Traza de Hotelling	,274	5,340 ^a	2,000	39,000	,009
	Raíz Mayor de Roy	,274	5,340 ^a	2,000	39,000	,009

a. Estadístico exacto

b. Diseño: intersección

Diseño intra-sujetos: contingencia alta

Multivariate Tests^b

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
contingenciamedia	Pillai's Trace	,177	4,184 ^a	2,000	39,000	,023
	Wilks' Lambda	,823	4,184 ^a	2,000	39,000	,023
	Hotelling's Trace	,215	4,184 ^a	2,000	39,000	,023
	Roy's Largest Root	,215	4,184 ^a	2,000	39,000	,023

a. Estadístico exacto

b. Diseño: intersección

Diseño intra-sujetos: contingencia media

Multivariate Tests^b

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
contingenciabaja	Pillai's Trace	,163	3,798 ^a	2,000	39,000	,031
	Wilks' Lambda	,837	3,798 ^a	2,000	39,000	,031
	Hotelling's Trace	,195	3,798 ^a	2,000	39,000	,031
	Roy's Largest Root	,195	3,798 ^a	2,000	39,000	,031

a. Estadístico exacto

b. Diseño: intersección

Diseño intra-sujetos: contingencia baja

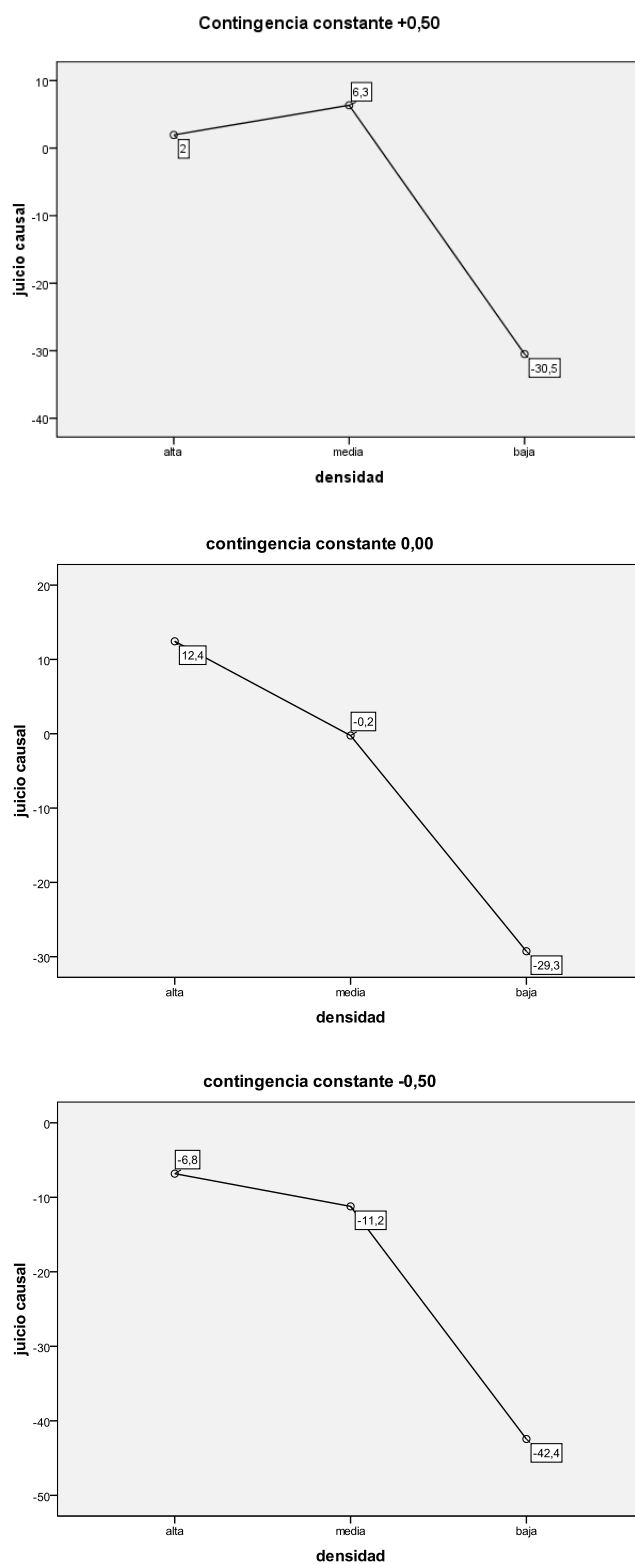


Figura 52. Relación entre la densidad de reforzamiento y el juicio causal, por nivel de contingencia programada.

Las representaciones gráficas de tendencia de respuesta elaboradas a partir de estos datos permitieron observar un comportamiento no homogéneo (lineal) respecto a la relación entre la densidad alta y la densidad media. Así, mientras que la tendencia esperable inicialmente suponía que la tasa de juicio para la densidad media debía ser inferior a la tasa de juicio para la densidad alta, los datos hallados sostenían, particularmente para el nivel de contingencia alta, una inversión en esta tendencia [tasa de juicio densidad alta =2 (promedio); tasa de juicio densidad media=6,3].

Como complemento al análisis, se decidió observar la distribución de la variabilidad observada en relación a la significatividad asociada. Para ello, se aplicó un procedimiento Bonferroni, como medida post-análisis para contrastar los pares de condiciones posibles. Los resultados, sintetizados en la Tabla 54, permitieron observar que las diferencias significativas aparecían entre el nivel alto y el bajo de densidad, para todos los niveles de contingencia analizados, así como también entre los niveles medio y bajo de densidad, también en los tres niveles de contingencia. No así, entre los niveles de alta y media densidad. Tal hecho pareció confirmar la observación realizada, en el sentido de que el comportamiento de los participantes en situaciones de contingencia y densidad neutras parecía estar sujeto en mayor grado a factores de tipo aleatorio o extraños al control experimental del diseño. Tal situación coincide, a su vez con la de máxima incertidumbre de la prueba, de modo que los juicios de causalidad de los sujetos han de realizarse en términos de la equiprobabilidad de la aparición de estímulos y de resultados.

Tabla 54. Comparaciones inter pares sobre la variabilidad de efectos de densidad sobre juicio.

Medida: MEASURE_1						
(I)	(J)	Diferencia media (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Intervalo de confianza para la diferencia ^a	
					Nivel inferior	Nivel superior
1	2	-4,390	10,994	1,000	-31,862	23,081
	3	32,439*	12,701	,044	,701	64,177
2	1	4,390	10,994	1,000	-23,081	31,862
	3	36,829*	11,484	,008	8,132	65,526
3	1	-32,439*	12,701	,044	-64,177	-,701
	2	-36,829*	11,484	,008	-65,526	-8,132

Basado en medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

*. La diferencia media es significativa al nivel ,05 .

Comparaciones entre pares

Medida: MEASURE_1

(I)	(J)	Diferencia media (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Intervalo de confianza para la diferencia ^a	
					Nivel inferior	Nivel superior
1	2	12,683	11,175	,789	-15,242	40,608
	3	41,707*	14,820	,023	4,675	78,740
2	1	-12,683	11,175	,789	-40,608	15,242
	3	29,024	11,681	,052	-,164	58,213
3	1	-41,707*	14,820	,023	-78,740	-4,675
	2	-29,024	11,681	,052	-58,213	,164

Basado en medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

*. La diferencia media es significativa al nivel ,05 .

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I)	(J)	Diferencia media (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Intervalo de confianza para la diferencia ^a	
					Nivel inferior	Nivel superior
1	2	4,390	10,465	1,000	-21,761	30,541
	3	35,610*	13,682	,039	1,420	69,799
2	1	-4,390	10,465	1,000	-30,541	21,761
	3	31,220*	12,421	,048	,180	62,259
3	1	-35,610*	13,682	,039	-69,799	-1,420
	2	-31,220*	12,421	,048	-62,259	-,180

Basado en medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

*. La diferencia media es significativa al nivel ,05 .

6.4.6. Análisis de tasa de respuestas.

Por su parte, la gráfica de interacción entre la tasa de respuestas y la condición experimental (Figura 53) permitió observar una tendencia decremental conforme a la densidad en las condiciones cuyo valor de $\Delta p = 0,5$ y $0,0$; en las condiciones de contingencia negativa se observó un perfil diferente, en particular, alterado por la media obtenida en los resultados de las condiciones 7 ($\bar{x} = 21,71$; $densidad = 0,75$; $\Delta p = -0,5$) 8 ($\bar{x} = 22,44$; $densidad = 0,50$; $\Delta p = -0,5$).

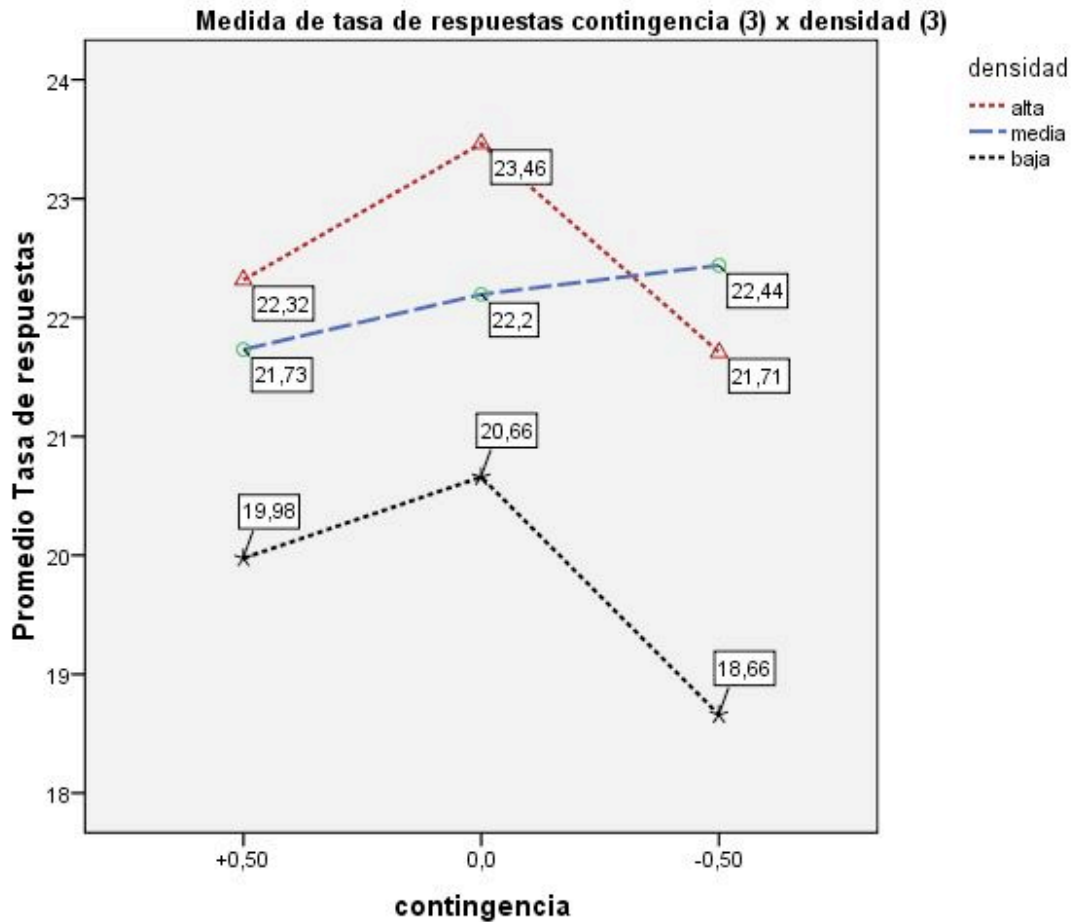


Figura 53. Variación de la tasa de respuestas por condición experimental. Medias marginales.

En un análisis más pormenorizado, se procedió a aplicar un ANOVA con Medidas Repetidas a cada terna de condiciones, definidas en función de la contingencia programada. En este diseño, todos los participantes pasaban, sucesivamente, por las mismas condiciones experimentales. Como factor que definió la variable independiente se estableció el nivel de densidad programada [3 (alta, media y baja)] x nivel de contingencia [3 (0,5, 0 y -0,5)]. Como medida de la variable dependiente se observó, en este caso, la tasa de respuestas dada por el sujeto.

Tabla 55. Resultados del MLG MR aplicados a la relación entre densidad x contingencia. Medida de la variable dependiente: tasa de respuestas (presiones sobre la tecla “m” en el experimento).

Contrastes multivariados ^b							
Efecto		Valor	F	gl	Error df	Sig.	
contingencia	Traza de Pillai	,037	,744 ^a	2,000	39,000	,482	
	Lambda de Wilks	,963	,744 ^a	2,000	39,000	,482	
	Traza de Hotelling	,038	,744 ^a	2,000	39,000	,482	
	Raíz Mayor de Roy	,038	,744 ^a	2,000	39,000	,482	
densidad	Traza de Pillai	,312	8,856 ^a	2,000	39,000	,001	
	Lambda de Wilks	,688	8,856 ^a	2,000	39,000	,001	
	Traza de Hotelling	,454	8,856 ^a	2,000	39,000	,001	
	Raíz Mayor de Roy	,454	8,856 ^a	2,000	39,000	,001	
contingencia * densidad	Traza de Pillai	,052	,507 ^a	4,000	37,000	,731	
	Lambda de Wilks	,948	,507 ^a	4,000	37,000	,731	
	Traza de Hotelling	,055	,507 ^a	4,000	37,000	,731	
	Raíz Mayor de Roy	,055	,507 ^a	4,000	37,000	,731	

a. Estadístico exacto

b. Diseño: intersección
Diseño intra-sujetos: contingencia + densidad + contingencia * densidad

Como puede verse en la

Tabla 55, los resultados hallados no constataron efectos significativos de la contingencia sobre la tasa de respuestas ($p=0,482$; $F=0,744$), ni tampoco efectos debidos a la interacción entre contingencia y densidad ($p=0,731$; $F=0,507$).

La gráfica presentada en la Figura 53 permite observar cómo la distribución de tasa de respuesta sigue un perfil similar tanto para el nivel de contingencia positiva como para el nivel de contingencia media. Sin embargo, en el caso de la contingencia baja, se observó una inversión en los resultados respecto a la variable dependiente, entre los niveles alto ($\bar{x}=21,71$) y medio ($\bar{x}=22,44$) de densidad.

Los contrastes de efectos inter-sujetos realizados mostraron una gráfica de función lineal (Tabla 56). El análisis posterior de comparaciones dos a dos realizado (Tabla 57) puso de manifiesto que las diferencias observadas se focalizaron, de manera significativa, entre los niveles de alta y baja densidad ($p=0,001$) y entre los niveles de densidad media y baja ($p=0,001$); no así en lo relativo a la diferencia entre la densidad alta y media ($p=1,000$).

Tabla 56. Resultados del MLG MR aplicados a la relación entre densidad x contingencia. Medida de la variable dependiente: tasa de respuestas (presiones sobre la tecla “m” en el experimento. Contrastes intrasujetos

Pruebas de contraste intra-sujetos							
Measure: MEASURE_1							
Origen	contingencia	densidad	Tipo III suma de cuadrados	gl	Media cuadratica	F	Sig.
contingencia	Lineal		10,163	1	10,163	,161	,690
	Cuadrático		76,753	1	76,753	1,526	,224
Error(contingencia)	Lineal		2520,504	40	63,013		
	Cuadrático		2011,691	40	50,292		
densidad	Lineal		458,927	1	458,927	17,134	,000
	Cuadrático		80,672	1	80,672	1,987	,166
Error(densidad)	Lineal		1071,407	40	26,785		
	Cuadrático		1624,106	40	40,603		
contingencia * densidad	Lineal	Lineal	5,128	1	5,128	,097	,757
		Cuadrático	38,148	1	38,148	1,005	,322
	Cuadrático	Lineal	,165	1	,165	,005	,945
		Cuadrático	30,163	1	30,163	1,092	,302
Error(contingencia*densidad)	Lineal	Lineal	2120,122	40	53,003		
		Cuadrático	1518,935	40	37,973		
	Cuadrático	Lineal	1383,252	40	34,581		
		Cuadrático	1104,976	40	27,624		

Tabla 57. Resultados del MLG MR aplicados a la relación entre densidad x contingencia. Medida de la variable dependiente: tasa de respuestas (presiones sobre la tecla “m” en el experimento. Comparaciones entre pares

Comparaciones entre pares							
Medida: MEASURE_1							
95% Intervalo de confianza para la diferencia ^a							
(I) densidad	(J) densidad	Diferencia media(I-J)	Std. Error	Sig. ^a	Límite inferior	Límite superior	
1	2	,374	,748	1,000	-1,495	2,243	
	3	2,732*	,660	,001	1,083	4,381	
2	1	-,374	,748	1,000	-2,243	1,495	
	3	2,358*	,805	,017	,345	4,370	
3	1	-2,732*	,660	,001	-4,381	-1,083	
	2	-2,358*	,805	,017	-4,370	-,345	
Basado e medias marginales estimadas							
a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.							
*. La diferencia media es significativa a nivel ,05.							

Al comparar estos resultados sobre la variación en el patrón de respuesta con los anteriormente descritos realizados sobre el juicio causal (Figura 52) se observa una distribución de la diferencia similar, que tiene como foco de referencia el contraste de los niveles alto y medio de densidad con el nivel de baja densidad, para cada uno de los niveles de contingencia programada. Sin embargo, resultó de particular interés lo sucedido en el nivel de contingencia negativa. Un análisis comparado de ambos resultados permite constatar cómo los efectos de densidad afectaron tanto al juicio causal como a la tasa de respuestas, si bien se produjeron patrones de contraste particularmente relevantes. En la **Tabla 58** se presentan los resultados comparados por nivel de contingencia y densidad, con objeto posibilitar una visión más integradora del conjunto.

Tabla 58. *Contraste de resultados entre juicio causal y tasa de respuesta, por nivel de contingencia y nivel de densidad. A= valor marginal de densidad alta; M= valor marginal de densidad media; B= valor marginal de densidad baja. Los asteriscos indican patrones inversos respecto a la tendencia esperada.*

contingencia	densidad	juicio	Tasa respuestas
+0,50	Alta	2	22,32
	Media	6,3	21,73
	Baja	-30,5	19,98
	Patrón	M>A>B**	A>M>B
0,0	Alta	12,4	23,46
	Media	-0,2	22,2
	Baja	-29,3	20,66
	Patrón	A>M>B	A>M>B
-0,50	Alta	-6,8	22,44
	Media	-11,2	21,71
	baja	-42,4	18,66
	Patrón	A>M>B	M>A>B**

Como puede apreciarse, la mayoría de las comparaciones entre resultados presentó un patrón esperado, esto es, a mayor densidad, mayor puntuación en la escala de juicio así como mayor tasa de respuestas. Tal es el caso, por ejemplo, de los resultados obtenidos en el nivel de contingencia neutra, donde la máxima incertidumbre provista por el diseño experimental no impidió que los sujetos diferenciassen entre niveles de densidad. Sin embargo, aparecieron dos emparejamientos *juicio x tasa de respuestas* que no conservaron esta tendencia (A>M>B). Tal fue el caso del patrón mostrado sobre el juicio emitido para el nivel alto de contingencia, donde los sujetos apreciaron con mayor énfasis la situación de densidad media frente a la alta (M>A>B), y del patrón mostrado por la tasa de respuestas en la condición de contingencia negativa, donde los sujetos, en contra de las predicciones iniciales, presionaron con mayor frecuencia en la situación de densidad media que en el de densidad alta (M>A>B). En la primera de estas situaciones, los sujetos tendieron a presionar la tecla siguiendo el patrón esperado, esto es, a mayor densidad, mayor tasa de respuestas, al tiempo que su juicio no representaba este patrón, ya que la atribución causal fue de mayor valor para la densidad media (6,3) que para la densidad alta (2); algo similar, pero en sentido inverso, sucedió en la segunda situación, donde el patrón de juicio siguió un curso esperado, al tiempo que la tasa de respuestas seguía una tendencia diferente, es decir, los sujetos

representaron la relación causal en términos directamente proporcionales a la disminución de la densidad, al tiempo que presionaban con mayor tasa en la situación de densidad media que en la situación de densidad alta.

La situación anterior permitió concluir la existencia de sesgos interpretativos particularizados para las situaciones de contingencia positiva y de contingencia negativa, debidos a la representación de la densidad de reforzamiento. Tales sesgos se reflejaron en inversiones de tendencia entre la representación de la relación causal en términos de juicio escalar emitido y respuesta conductual, en términos de tasa de presión sobre la tecla del ordenador.

6.5. DISCUSIÓN

6.5.1. Hipótesis I. Actitud hacia el riesgo.

La tarea previa definida en el diseño experimental constató la existencia de probables perfiles de respuesta diferentes en virtud de la representación que se hicieron de la situación de elección en la que, a igualdad de valor esperado de las loterías, debían seleccionar una alternativa de riesgo dado. Sin embargo, los datos encontrados no permitieron hallar diferencias significativas entre ambas distribuciones de elección, dada, fundamentalmente, la escasa representatividad hallada en el conjunto de sujetos con perfiles de actitud arriesgada, frente a los sujetos de actitud conservadora. Estos datos, sin embargo, coinciden con los obtenidos en el primer experimento de esta tesis. A diferencia de esta segunda ocasión, la elección de los pares programados fue más abierta, esto es, se escogieron configurando un mayor abanico de posibilidades formales de los estímulos presentados. Así, la referencia fue la matriz de estímulos general diseñada para el trabajo en la tesis.

En el segundo caso, el conjunto de pares seleccionados fue coincidente con aquellos que se utilizaron en el experimento del equipo de Tobler en 2007 (P. N. Tobler, J. O'Doherty, R. J. Dolan, & W. Schultz, 2007). De los 16 participantes en su experimento, 6 resultaron conservadores, 7 arriesgados y 3 neutrales. Estos datos permitían análisis posteriores dada la compensación de resultados. Sin embargo, nuestros hallazgos inclinaron la balanza de manera reiterada, tanto en el experimento 1 como en el dos, hacia una mayor presencia de perfiles conservadores, en relación al conjunto de participantes.

Estos datos de contraste sugieren la necesidad de estudiar más en profundidad la utilidad del procedimiento empleado en la determinación del perfil de riesgo de los sujetos. Por un lado, existen características propias debidas al perfil formativo de los sujetos. En los estudios implicados en esta tesis se trabajó con estudiantes universitarios del Área de Humanidades (Facultad de Educación), así como miembros del Claustro Docente de dicha Facultad, mientras que en las investigaciones citadas los perfiles seleccionados pudieron ser diferentes, en términos de cultura o formación. Por otro lado, los últimos trabajos del Equipo de Tobler (Tobler, Christopoulos, O'Doherty, Dolan, & Shultz, 2009), no

contemplan este procedimiento en la caracterización de perfiles de riesgo de la muestra. Todo ello planteó la necesidad de identificar nuevos procedimientos de análisis de la conducta de riesgo en relación a la decisión y a la estimación de juicios individuales, algo que se expresó de manera directa en el diseño final del experimento que sigue, donde se recurrió al empleo de procedimientos psicofísicos, en el marco de la Teoría de Detección de Señales, para identificar las desviaciones individuales respecto del criterio de decisión respecto a los puntos de indiferencia presentados en la prueba. De hecho, en el último trabajo publicado, en el momento de redacción de este apartado de la tesis, Christopoulos y cols. (Christopoulos, Tobler, Bossaerts, Dolan, & Shultz, 2009) optan, en una línea similar, por el empleo de procedimientos basados en psicofísica de señales para determinar el carácter subjetivo de la aversión al riesgo. En línea con su planteamiento general, las personas se guían por su apreciación particular acerca de las propiedades estadísticas de las opciones ofrecidas en una situación de elección y, sobre ellas, toman la decisión. En particular, el valor de utilidad y el riesgo que caracteriza formalmente a la situación de apuesta se ven afectados por la evaluación subjetiva del riesgo, motivo por el cual, a mayor aversión al riesgo los jugadores realizan con mayor intensidad comparaciones entre el valor y el riesgo en sus decisiones. Esta expresión característica de la conducta humana parece manifestar la competencia mutua de estos dos parámetros como dos dimensiones significativas de la decisión. En nuestro experimento, la mayor parte de los sujetos se definieron conductualmente como aversivos al riesgo, lo cuál podría poner de manifiesto una menor capacidad para diferenciar opciones en la decisión, esto es, una menor sensibilidad. En este contexto, los datos y la gráfica hallados sobre la relación entre el juicio causal y la densidad, por perfiles de riesgo, pareció reflejar (aunque, como indicamos, sin significación estadística) una tendencia a la mayor discriminación por parte de los sujetos arriesgados, quienes se posicionarían con mayor claridad respecto a sus juicios de valor respecto a los sujetos conservadores, algo que sin duda supone un reto de continuación respecto al futuro.

6.5.2. Hipótesis 2. Efectos de Sensibilidad al cambio.

Se tomaron medidas previas y posteriores al experimento central sobre el grado de atracción que experimentaron los participantes respecto a las imágenes presentadas. Los datos concluyeron la existencia de diferencias significativamente estadísticas en el momento final de la prueba, si bien, no al principio.

La interpretación de estos resultados sugiere la existencia de factores intermedios en el proceso experimental que intervinieron en la diferencia de criterios. Por un lado, estos efectos se explicaron en términos de condicionamiento propio del proceso experimental, dado que la instrucción de tarea sugería una relación entre la acción subjetiva, la presión de una tecla, y la presencia o ausencia de una clave –la imagen-. Por otro, atendiendo a las características estructurales incorporadas al diseño, la equiparación en términos de valor esperado para todas las condiciones, entre presentación de

imagen y presentación de recompensa, incidió, de manera adicional, en la existencia de efectos de densidad –frecuencia- de reforzamiento sobre el cambio en el agrado.

Los participantes manifestaron una diferencia marginal mayor en la cadena de alta densidad, C4 que en la cadena de baja densidad, C2, estadísticamente significativa, constatándose con ello la influencia de la frecuencia de aparición de la clave en el proceso de condicionamiento del experimento. Además, la valencia de la diferencia fue opuesta, de modo que pudo concluirse la existencia de efectos inhibitorios respecto a la densidad baja, cuando estos bloques son presentados conjuntamente con bloques de alta y media densidad. En conjunto, el promedio en el cambio del agrado sobre la imagen presentada expresó una atracción para la alta densidad y un ligero rechazo para la baja densidad, datos que no se observaron al principio del experimento.

6.5.3. Hipótesis 3. Efectos de densidad y contingencia sobre la conducta humana.

Los hallazgos realizados en esta apartado permitieron constatar cómo la densidad de reforzamiento influyó en la calidad de respuesta de los participantes, en diferentes modalidades. En primer lugar, Los sujetos se mostraron significativamente sensibles a las condiciones de alta y baja densidad, independientemente del nivel de contingencia programada. Cuanto mayor fue la presencia de imágenes en los bloques de ensayo, mayor era el promedio de valoración respecto al juicio causal observado.

Es preciso, en este punto, recoger de nuevo información sobre el diseño del experimento. Las instrucciones solicitaban a los participantes que juzgaran el modelo de relación causal entre su acción directa sobre el ordenador, la presión de la tecla “m”, y la aparición de la figura en pantalla. Los resultados mostraron cómo las respuestas diferenciaban en función de la frecuencia de presentación por número de ensayos, esto es, de la probabilidad de aparición.

Adicionalmente, la tasa de respuestas de los sujetos fue sensible a las condiciones experimentales, particularmente entre la densidad alta y media, tanto en los bloques de contingencia positiva como de contingencia negativa. Teniendo en cuenta que la programación de contingencia se estableció experimentalmente en términos de la relación entre la figura y la recompensa mostrada, y no en relación a la presión de la tecla, podemos concluir que la presentación sincrónica de los dos estímulos en pantalla facilitó la respuesta de los sujetos, mientras que la asincronía temporal entre el EC y el EI –efecto de variación del patrón de contingencia- es lo que producía una merma en la capacidad de respuesta de los sujetos. Cuando más separadas en el tiempo, menos conectadas entre sí, mayor confusión parecían generar en los jugadores, por lo que sus respuestas se hacían menos frecuentes. En esta situación, cuando la contingencia fue positiva, 0,50, la tasa de respuestas siguió un patrón esperado, decreciendo a medida que lo hacía la densidad de reforzamiento. Sin embargo, los juicios emitidos por los sujetos no siguieron

este patrón, sobreestimando el nivel de densidad media sobre el nivel de densidad alta. En suma, su respuesta fue sensible a la densidad al tiempo que no atribuyeron de la misma forma la relación entre la presión y la presentación en pantalla de los estímulos (juicio estimado superior en el nivel de densidad medio que en el de densidad alto). Algo similar ocurrió en las condiciones de contingencia baja, donde la interpretación causal siguió un patrón esperado (mayor puntuación en el nivel de densidad alto y decremental para los niveles medio y bajo), al tiempo que la presión de la tecla mostró un sesgo de respuesta, inclinando la presión hacia el nivel de densidad medio (Tabla 58).

En suma, las variaciones del entorno modificaron la conducta del sujeto –tasa de respuestas–, así como influyeron en la representación que éste hizo respecto a la situación de decisión –juicio causal–. Constatamos, en este sentido, la existencia de *efectos de complejidad de tarea*, cuyo principal argumento fue la manipulación de la información contenida en el diseño experimental, a través de la variación de la presentación de claves en pantalla.

Estudios previos han evidenciado diferencias significativas en la conducta animal y humana (juicio causal y predictivo) ante la presentación de una o varias claves predictoras (Baetu, et al., 2005). En particular, el desarrollo de la tarea experimental presentada, en la que las diferencias de contingencia entre clave principal (figura) y recompensa (o clave secundaria) se manipulaban siguiendo los patrones programados, se han venido a denominar diseños de *interacción o competición de claves* (Chapman & Robbins, 1990; Gibson & Tighe, 1967; Vallée-Tourangeau, Murphy, & Baker, 1998; A. R. Wagner, Mazur, Donegan, & Pfautz, 1980). Bajo estas condiciones, en el experimento 2 los sujetos participantes estuvieron expuestos a efectos de interacción similares a los observados en estudios previos, particularmente, el *bloqueo*, el *ensombrecimiento* (Dickinson, et al., 1984; Kamin, 1969b; D. Shanks, 1985), la *validez relativa* (A.R. Wagner, et al., 1968) y la *inhibición condicionada* (Rescorla, 1969). La instrucción solicitaba al individuo presionar la tecla m y observar la interacción respecto a la aparición de la clave principal. A su vez, ésta se presentaba de manera contingente en relación a la presentación de la recompensa, cuya magnitud aparecía en pantalla en función de la programación del diseño experimental. La presencia concurrente entre figura y recompensa, a la vez que la presencia no concurrente provocaba, a efectos de la representación del decisor, fenómenos de interferencia de claves. Tal es el caso, por ejemplo, que ocurría en los bins en los que se producían emparejamientos entre la presión de la tecla y la presentación de la recompensa sin figura (presentación no contingente a efectos de programación). En este tipo de ensayos, la recompensa jugaba, a su vez, un papel de indicio distractor frente al establecimiento de la relación causal entre la presión y la clave principal, esto es, la figura, de tal modo que el participante se enfrentaba a secuencias de ensayos que contenían emparejamientos presión-figura y también emparejamientos que contenían presión-recompensa. Estas características de diseño estuvieron en la base de las dificultades de representación de la contingencia por parte de los sujetos y facilitaron los sesgos interpretativos, particularizados para la alta y la baja densidad.

En las condiciones en las que la contingencia fue negativa, la probabilidad de ocurrencia de la recompensa en ausencia de la figura era mayor, al tiempo que la presentación de la figura se reducía significativamente en términos de frecuencia. Esta situación fue más clarificadora en relación a las condiciones de alta densidad, donde la interacción entre las claves principal –la figura– y la secundaria –la recompensa– entraron en un mayor nivel de competición, dificultando la representación subjetiva. Lo mismo pareció ocurrir en el caso de la contingencia alta, donde la baja densidad fue más clarificadora en la representación en este caso del juicio valorativo, que la densidad media y alta.

Algunos precedentes en la investigación han puesto de manifiesto la interferencia provocada por claves competidoras en la representación de la contingencia de reforzamiento. Así, por ejemplo, el *Modelo de Contraste Probabilístico* (P.W. Cheng & Novick, 1990, 1992) postuló la existencia de diferentes focos representados de contingencia en relación a la percepción del sujeto sobre la aparición de la clave principal y la de las claves secundarias a lo largo del tiempo del experimento. Lo importante aquí, a efectos del contraste con nuestros resultados, es que estos estudios han introducido una cuestión esencial en la reflexión psicológica: ¿cómo gestionan las personas los efectos de confusión provocados por la interferencia de patrones contingentes secundarios?. Algo que, en realidad, forma parte de la vida cotidiana y que complejiza, sin ninguna duda, la tarea de análisis formal de la decisión humana. Baste como muestra lo que ocurre en una situación en la que la clave secundaria o de confusión (C) guarda una contingencia positiva absoluta con el resultado (O), estando presente una clave principal (T) que, en teoría, devuelve periódicamente ese mismo resultado (Darredeau, Baker, & Murphy, 2009). En estas circunstancias, O deberá aparecer siempre que C esté presente, independientemente de T, lo que supone una situación de *confusión perfecta*. Entonces, la probabilidad de resultado en presencia y en ausencia de la clave principal, coincidiendo con la secundaria, es siempre 1 [$p(O|T,C)=1$, y $p(O|T,C)=1$], dado que la Δp condicional de la clave principal basada en la

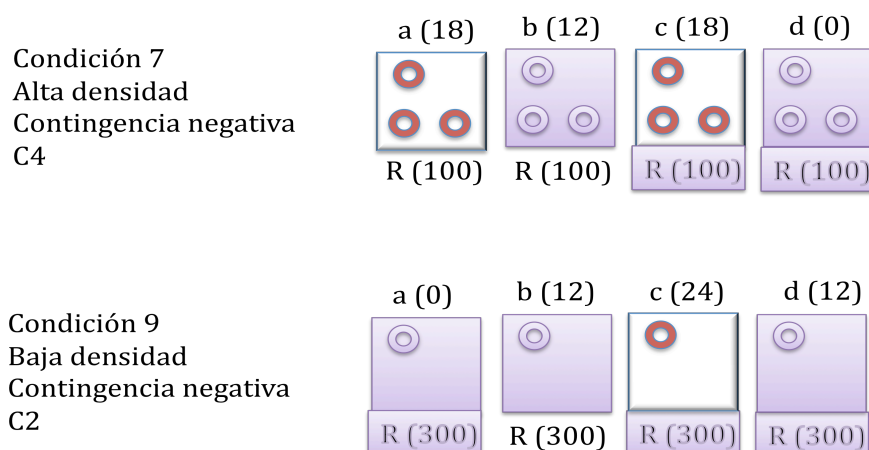


Figura 54. Estructura interna de las condiciones experimentales 7 y 9 programadas en los respectivos bloques del experimento. Aparecen sombreadas las características formales relativas a la ausencia de estímulo correspondientes a cada momento en la matriz de contingencia programada.

presencia de la causa perfecta ($\Delta p_{T|C}$) es igual a 0 ($1-1=0$). Lo mismo ocurrirá con la contingencia para la clave principal en ausencia de la causa secundaria o de confusión, que equivaldrá igualmente a cero ($\Delta p_{T|-C}=0$), ya que no aparecen resultados en su ausencia y que las dos probabilidades condicionales son iguales a 0. En definitiva, esta situación estaría en la base de las valoraciones causales bajas de los participantes sobre la clave principal, cuando aparece una situación de confusión perfecta. Consecuentemente, posiciones intermedias entre ambos extremos respecto a la intensidad de la interferencia entre representaciones de contingencia asociadas a las claves, producirán niveles variables de valoración, siempre por debajo del máximo absoluto. En el experimento realizado, se encontraron, como se ha indicado, diferencias significativas en la presión de tecla entre las condiciones de alta y baja densidad para la contingencia negativa; tendencias similares, aunque fueron encontradas para las mismas densidades en los otros dos niveles de contingencia estudiados. Como muestra éste gráfico, la dispersión entre la clave principal (*figura*) y la clave secundaria (*recompensa*) es mayor (nunca coinciden en el tiempo) en C2 que en C4, dadas las características de programación (ver el apartado correspondiente en el diseño experimental). En ambos casos, la probabilidad de que el sujeto presione en un *bin* en el que aparece la recompensa de forma aislada es la misma (12/48), pero no así las veces en que aparecen ambas claves de manera conjunta. En la condición de alta densidad, la probabilidad condicionada es 18/48, mientras que es 0 para la condición de baja densidad, aproximándose, en este último caso, a una condición en la que puede aparecer una situación de *confusión perfecta*, produciéndose un efecto combinado sobre la acción del sujeto de inhibición latente (pérdida de la capacidad asociativa de la clave principal) y de validez relativa (en relación al patrón de coincidencia del sujeto a lo largo de su acción, esto es, si al presionar, se producen mayores coincidencias sobre la clave secundaria, la confusión resultante inhibe la capacidad de representación clara y estable sobre el juego).

Bajo este marco interpretativo, en nuestro experimento, no sólo la frecuencia de aparición de la clave produjo alteraciones en la tasa de respuestas del sujeto sino que, dadas las condiciones experimentales, también lo hizo su combinación con la distribución interactiva de claves a lo largo del bloque, hecho este último, que pareció afectar a la representación de los sujetos, más facilitada en los casos de baja densidad y más dificultada en los casos de alta densidad, algo que, a su vez, se reflejó en el sesgo interpretativo respecto a los juicios causales (aproximación al nivel neutro de consideración o, en otras palabras, alejamiento de los extremos marcados por la densidad programada, esto es 0,75 para la alta densidad y 0,25 para la baja densidad).

En suma, la liberación de la contigüidad entre figura y recompensa presentadas produjo una menor capacidad de discriminación en los sujetos respecto a la relación entre su conducta y la consecuencia de la misma, debido a los efectos de interacción de claves, lo que se constató en términos de la significatividad encontrada para las condiciones de contingencia negativa, aunque los valores de juicio causal estuvieron sensiblemente por debajo de aquellos esperables en términos de una asociación contingente perfecta respecto a la figura

principal. Tal situación ha aparecido ilustrada experimentalmente en algunos estudios realizados en los últimos años.

Recientemente (Darredeau, et al., 2009) han puesto a prueba los efectos de competición de claves sobre la variación de los juicios de causalidad emitidos por los sujetos. Tal como sugieren en su trabajo, si no estuvieran presentes los elementos disruptores (*generadores de confusión*) como es el caso de las claves competidoras con fuerza asociativa moderada o los efectos de densidad, tanto los juicios de causalidad en humanos sobre diseños de emparejamiento binario de estímulos (*causa-resultado*) como los patrones de respuesta asociativa en animales (*estímulo condicionado-estímulo incondicionado*), coinciden con los postulados formalizados de la regla Δp (L.G. Allan & Jenkins, 1980).

Por otro lado, los valores promedio observados mostraron una amplia variabilidad respecto a las distribuciones de respuesta del conjunto observado. Este hecho, requiere algunas consideraciones adicionales. En primer lugar, los bloques de ensayo se presentaban una única vez a cada sujeto por condición experimental. Dado que se programaron un total de nueve condiciones, éstos fueron los bloques que constituyeron el experimento. La varianza de las distribuciones encontrada requiere una vigilancia particular sobre la consistencia de los resultados individuales a lo largo del tiempo. En este sentido, parece oportuno y necesario pensar en diseños posteriores que comprometan la reiteración de la situación de decisión en sucesivas e idénticas situaciones a lo largo del tiempo. Éste fue, en efecto, el objetivo principal que guiaría el tercer experimento de la tesis.

Los resultados hallados sobre el análisis de los patrones de contingencia, reforzaron estas conclusiones. Como se apuntó con anterioridad en el correspondiente apartado de análisis e interpretación de resultados, los participantes no parecieron ser especialmente –significativamente– sensibles a la variación de la contingencia. Sin embargo, en línea con el argumento presente en este apartado, es preciso observar la permanencia de estos resultados a lo largo del tiempo. Existe un amplio consenso previo en la investigación sobre la sensibilidad de animales y humanos a la contingencia programada (J. C. Perales, et al., 1999). En este último grupo, la variable independiente que denota tal sensibilidad ha sido, en muchos de los casos, el juicio de contingencia/causalidad. Inicialmente, los trabajos se encaminaron a determinar la variación en las estimaciones sobre la relación entre respuestas discretas y fenómenos físicos, como el encendido de una luz (L. B. Alloy & Abramson, 1979), con rangos comprendidos entre 0,00 y 0,75. Con posterioridad, pudo observarse cómo un porcentaje muy elevado de la varianza de la distribución de respuestas (juicios) se explicaba en términos de la variación de la contingencia (L.G. Allan & Jenkins, 1980; Chatlosh, et al., 1985; Crump, et al., 2007; E.A. Wasserman, 1990).

Así pues, las conclusiones sobre el análisis realizado orientaron el trabajo posterior hacia la búsqueda de regularidades en la decisión sobre juicio causal y predictivo, a partir de la manipulación experimental, no sólo de la densidad sino, particularmente, de la contingencia. Más aún, cuando la primera se

configura como un *sesgo de decisión* de las personas sobre la base de la representación de la contingencia de reforzamiento, de tal modo que explicaría las desviaciones locales respecto a la valoración de causalidad o predicción realizada por los individuos Shanks (L.G. Allan, et al., 2008; L.G. Allan & Jenkins, 1980; Baker, et al., 1989; Shanks, et al., 1989; Vallee-Tourangeau, et al., 2005).

En definitiva, el trabajo realizado en el experimento 2 de esta tesis, parece reflejar un doble efecto en relación a la representación mental sugerida por los agentes decisores:

- Efectos de carácter local. Tanto en el experimento 1 como en este segundo, los datos encontrados avalan la hipótesis de efectos de la representación local sobre la apreciación subjetiva de la situación de decisión. Así, mientras en el primer experimento se constataron diferencias significativas en los grupos de sujetos respecto a la devolución puntual de recompensas inesperadas, en este segundo, el juicio causal se vio influido por la frecuencia de reforzamiento respecto a la coincidencia con la acción subjetiva. Algunos autores han diferenciado con anterioridad la existencia de efectos de *racionalidad local*, categorizados por decisiones o expresiones de conducta que guardan algún criterio local de racionalidad en su enunciado, de los efectos de *racionalidad global*, habitualmente asociados con las representaciones del valor esperado o de la utilidad esperada, así como de sus implicaciones conductuales (Edwards, 1992; Luce, 1959, 2003).
- Efectos temporales. Nos referimos, en este punto, a la representación de la contingencia por parte de los sujetos. Un patrón contingente establece, en realidad, un modelo de relación entre dos o más sucesos del mundo, a lo largo del tiempo. La variabilidad observada respecto a la realización del grupo experimental permite hipotetizar que no sólo fue debida a factores intrasubjetivos, como las actitudes individuales hacia el riesgo, sino que, en parte, podría ser explicada en términos de experiencia acumulada. Así, la repetición de la situación de decisión, concentrada en un mismo bloque y una misma condición experimental, permitiría observar la aparición de representaciones más consolidadas de la contingencia situaciones, lo que se manifestaría en la aparición de resultados significativos individuales respecto a la variación de la contingencia. Este planteamiento se desarrolló posteriormente en el experimento 3.

EXPERIMENTO 3. Patrones de Decisión y Juicio contingente: análisis conductual en diseños de reforzamiento secuencial y detección de señales.

7.1. Introducción.

La relación del individuo con su entorno representa un espacio teórico ideal para el análisis y la interpretación de distintos fenómenos adaptativos. De entre ellos, la observación detallada de la acción decisoria del sujeto, de las variables que le impulsan a tomar una decisión, en uno u otro sentido, y de las consecuencias sobre el sistema conjunto, suponen un reto añadido en la línea argumental de esta tesis, por varios motivos.

Por un lado, el hecho de que una persona juzgue una situación no implica necesariamente que su acción esté en consonancia con su representación. En la primera parte de la tesis, intentamos poner de manifiesto evidencia sobre la existencia de sesgos al juicio racional, sesgos que violan los parámetros de lo esperado y que, en su lugar, parecen obedecer a manifestaciones externas relacionadas con la variabilidad de un entorno estimular cambiante.

Por otro lado, la adaptación, en un sentido estricto, contempla siempre una visión económica. Sabemos, los modelos evolucionistas así parecieron constatarlo, que no sobrevive el individuo más capacitado, sino, más bien, aquel cuyo beneficio económico en la interacción con el sistema en el que vive ha sido maximizado. En la consecución de este logro –la maximización del beneficio- la representación que hacen los humanos –y también otras especies animales- sobre la contingencia facilita no sólo la adaptación sino también la probabilidad de optimización de los mismos, habilidad que les permite predecir y controlar los eventos del entorno (Crump, et al., 2007). Con este fin, la contingencia media en diversos procesos adaptativos, como el aprendizaje (Gallistel, 2002; R.A. Rescorla & A. R. Wagner, 1972), la toma de decisiones (D. Mandel & Lehman, 1998), la formación de categorías representacionales (Gluck & Bower, 1988) o la adquisición de estructuras causales (De Houwer & Beckers, 2002b)

Desde un punto de vista experimental, la psicofísica ha aportado un soporte aparentemente adecuado para observar relaciones entre entorno y sujeto, esto es, entre la variabilidad del valor de una determinada magnitud física y la intensidad con que dicha magnitud es percibida por el individuo. Weber (E. H. Weber, 1834) estableció, enunciando su *ley de la sensación –reconocida como la Ley de Weber-*, la existencia de una relación de proporcionalidad entre magnitud de estímulo y sensación. Él y, posteriormente, Fechner (Fechner, 1907) plantearon inicialmente el reto de conocer cómo el cerebro, la mente humana, podría representar la variabilidad de una magnitud física en forma de una variable continua. Inicialmente, esa relación, como decimos, expresada por

la ley de Weber, suponía que era lineal. Posteriormente, Fechner postuló que los sujetos representaban logarítmicamente el escalamiento interno de la sensación externa. A lo largo de las últimas dos décadas, otros autores han sugerido que tal relación podría tener un componente exponencial en lugar de logarítmico (Stevens, 1957, 1961, 1975). Más recientemente, tanto la ley de Weber-Fechner como la ley de Stevens han sido objeto de consideración como funciones de transferencia en sistemas de neuronas artificiales (Copeli, et al., 2004). La existencia de dos planteamientos generales, lineales y logarítmicos, sobre la expresión representacional de la relación entre estímulo y percepción, ha tenido también su eco en el ámbito de la representación numérica (Dehaene, 2003), o en el caso de la representación temporal (Yi, 2009). En este sentido, los experimentos con chimpancés han arrojado datos relevantes sobre la representación de la cantidad en el cerebro, empleando estímulos visuales para expresar las diferencias estimulares entre patrones visuales (Nieder, Freedman, & Miller, 2002), que parecen confirmar las intuiciones iniciales de Fechner.

7.1.1. Fundamentos experimentales

Inicialmente, Weber propuso que el incremento de una magnitud para conseguir que un sujeto fuese sensible –percibiese el cambio– debía ser proporcional a esa magnitud.

$k = \frac{\Delta S}{S}$, siendo k un factor de sensibilidad a la variación estimular.

En términos de escalamiento entre sensación y representación mental, Fechner añadió la idea de que todos los umbrales diferenciales serían equivalentes para el sujeto. Con ello, la formulación general de la ley de Weber, tanto para un punto general de la función diferencial como para el umbral, respectivamente, de percepción, resulta como:

$$\partial p = k \frac{\partial S}{S}$$

Al integrar la ecuación, la relación podía expresarse matemáticamente en términos logarítmicos, mediante la ecuación:

$$p = k \ln S + C$$

siendo p la magnitud de la percepción, k una constante de proporcionalidad, S la magnitud del estímulo presentado y C , un parámetro denominado *constante de integración*, cuyo valor puede extraerse considerando un elemento particularmente significativo para nuestra reflexión: el valor de *umbral perceptivo*, es decir, el valor que toma el estímulo en el momento en que no hay percepción ($p=0$). En esta situación, el valor de C equivale a:

$$C = k \ln S_0$$

y

$$p = k \ln \frac{S}{S_0}$$

siendo S_0 la magnitud del estímulo en el momento en que no hay percepción por parte del sujeto.

En relación con la capacidad del individuo para aprender, los postulados de Fechner-Weber resultaron especialmente significativos, en primer lugar, por plantear la relación de no linealidad entre estímulo y sensación percibida. Así, un sujeto puede apreciar cambios como significativos en el peso de un objeto, por ejemplo, entre 50 y 100 gramos, pero probablemente le resultará más complicado si esta misma tarea ha de realizarse en el marco de relación 2500-2550 gramos. A pesar de que la diferencia de magnitud es equivalente, no así la capacidad de reconocimiento y discriminación perceptiva del sujeto. Con ello, consideremos dos ideas fundamentales que, ya por el siglo XIX, sugerían este tipo de investigaciones. En primer lugar, la existencia de un factor de *sensibilidad* subjetiva en el reconocimiento de las características formales – físicas- de los objetos. Bajo el paraguas de nuestra consideración, en esta tesis, nos interesa centrar la atención alrededor de una doble vertiente de este hecho: por un lado, sabemos que esa sensibilidad depende del entorno estimular y, en particular, de la función incremental característica de la dimensión física objeto de estudio –peso, superficie, volumen, tonalidad, ...); en un segundo nivel de consideración, nos interesa reflexionar sobre la variabilidad intersubjetiva respecto a una misma situación estimular.

El enunciado de una Ley como la de Weber plantea la existencia, en este sentido de tendencias regulares de conducta, generalizables a la población, en condiciones similares de participación. Esto nos debería permitir plantear, como hipótesis plausibles, resultados esperados de respuesta, mediante el análisis anticipado de las funciones predictoras descritas en el modelo. En resumen, las personas parecen tender a responder guardando algún tipo de función de proporcionalidad entre sensación y percepción, de manera generalizada ante condiciones estimulares similares. Esta tendencia expresaría también el correlato neurocognitivo y funcional de un sistema capaz de analizar pequeñas variaciones a lo largo de un continuo representacional, siempre que esas diferencias mínimas sean lo suficientemente amplias como para influir sobre la sensibilidad neural de una red o de unas redes específicas de procesamiento.

Quedaría, a partir de aquí y en nuestro interés, añadir un paso más: qué ocurrirá si incluimos algún eslabón más en esta cadena de representación, para convertirla en *sensación-percepción-decisión-acción subjetiva-consecuencia*.

Si bien una primera idea, como se ha señalado, es la significación de la sensibilidad subjetiva a la presentación de un estímulo, una segunda cuestión, no menos relevante, es el análisis sobre el umbral de sensibilidad. En efecto,

Fechner refirió el *umbral absoluto* –también conocido como *umbral de detección*– como el punto en el que la intensidad mínima del estímulo produce sensación subjetiva. A partir de aquí, la diferencia apenas perceptible (DAP) establece la magnitud de la sensación reconocible ante dos estímulos que difieren por su *umbral diferencial* o *umbral discriminativo*.

7.1.2. Función psicométrica.

Pronto comenzaron a aparecer cuestiones críticas que debían ser consideradas en el análisis pormenorizado de la experimentación psicofísica. Así, la relación lineal entre la sensación y el logaritmo de su representación a nivel perceptivo, se constató que tenía lugar particular y exclusivamente para un rango medio de intensidad de los estímulos (Spiegelman & Reiner, 1945). Cuando la intensidad de la escala de valoración estimular se amplía hacia ambos extremos de la distribución, los datos resultantes ofrecen una particular función de representación, en forma de función sigmoidea, de tal modo que la porción lineal efectivamente, ocupa el entorno del punto de inflexión. Esta función ha sido reconocida como *función psicométrica* y expresa la representación de un sujeto de la variabilidad en la intensidad estimular a lo largo de una serie de distribuciones –supuestamente normales– sobre las que se emiten juicios perceptivos. De manera convencional, se atribuye al percentil 50 (50% de juicios positivos y 50% de juicios negativos), el nivel de umbral perceptivo sobre esa magnitud.

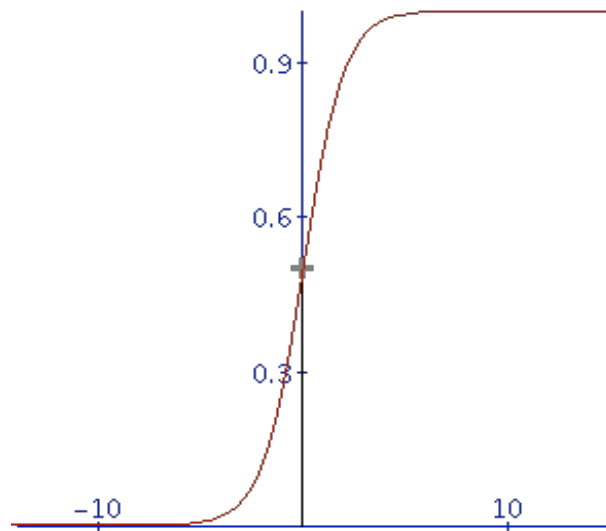


Figura 55. *Función Psicométrica.* En el eje de ordenadas se muestra la probabilidad de detección positiva de la señal. En el eje de abscisas, aparece representada la intensidad de presentación del estímulo (en términos de TDS, diferencia de estimulación señal+ruido/ruido).

La función psicométrica permite representar gráficamente la proporción existente entre la proporción de estímulos detectados o discriminados y la intensidad del estímulo. De este modo, la función psicométrica ideal será la función escalonada, en la que no existe sensación antes del umbral de detección ($p=0$) y, a partir de ese punto, la sensación es máxima ($p=100\%$).

Para facilitar la comprensión de la información expresada por la función psicométrica, es preciso considerar el modelo de respuesta de una población a una situación de estimulación gradual. Los individuos tienden a percibir las diferencias interestimulares en términos de su sensibilidad umbral de reconocimiento perceptivo. Este umbral, en general, representa a la población siguiendo una distribución normal –gausiana.–, según la cual, la sensibilidad de la mayoría de los individuos se concentraría alrededor de un punto medio en el incremento de la intensidad del estímulo. Como puede verse en la Figura 55 ante magnitudes pequeñas o altas de estimulación, los sujetos tienden a no reaccionar ante el estímulo (cola inferior de la campana), o bien, encontramos unos pocos cuya sensibilidad les exige que las dosis de estimulación sean muy altas (cola superior de la curva). Desde un punto de vista gráfico, la función psicométrica es la representación gráfica de la función normal acumulada, es decir, permite observar los cambios progresivos e incrementales en la sensibilidad de la población respecto al incremento de intensidad. De este modo, el área bajo la curva que resulta a la izquierda del indicador correspondiente de intensidad del estímulo representa el porcentaje de casos en los que la detección de la señal ha sido positiva, entendiendo con ello que también lo sería en dosis menores de intensidad del estímulo.

7.1.3. La función psicométrica en el marco de la Teoría de Detección de Señales.

En este punto, se recaba la atención en una consideración particular: el hecho de que una función psicométrica, tomada en general en relación a la actividad de un individuo respecto a su entorno sensorial, no sea escalonada en su representación gráfica, se debe fundamentalmente al *ruido*. Nos referimos a toda aquella estimulación de *fondo* que se suma al estímulo objetivo, creando una configuración sensorial global sujeta a un ejercicio de discriminación sensorial por parte del sujeto observador –o decisor-. Su origen puede ser diverso. Puede provenir de la propia configuración formal del entorno estimular; también puede originarse en el proceso atencional de reconocimiento perceptivo-sensorial, puede constituir una parte del soporte físico de la actividad cognitiva de representación (el sustrato neural); o puede aparecer como una parte de la definición de respuesta del sujeto.

El hecho fundamental descrito hasta aquí supone que, si bien en el inicio del conocimiento sobre la actividad psicofísica, se consideraba que la sensibilidad del sujeto estaba relacionada en particular con las características formales del percepto, esto es, de la variable de estudio respecto al estímulo, la forma sigmoidea de la función psicofísica permite establecer hipótesis plausibles acerca de la existencia de *sesgos subjetivos* a la interpretación de la información estimular. En otras palabras, la decisión de una persona sobre el valor de existencia de una determinada señal está delimitado por el umbral de detección. Pero dicho umbral, a su vez, no es sólo función de la intensidad de presentación y discriminación del estímulo, en relación al sistema perceptivo

del sujeto, y del estímulo en relación a la señal de ruido, sino que también se presentaría como una función que viene determinada por la existencia de condicionantes de tipo subjetivo, entre cuyos marcadores se pueden encontrar la experiencia, las expectativas o el nivel motivacional del sujeto.

La experimentación inicial psicofísica con tareas de detección simple pronto se extendió a otras más complejas, tales como la discriminación, la identificación, el juicio predictivo, el juicio asociativo o el juicio causal. Con ello, la Teoría de Detección de Señales (TDS) se convirtió en un marco de referencia adecuado para la explicación de hechos experimentales singulares, en el campo de la memoria, de la conducta de consumo, de la decisión diagnóstica o, por ejemplo, de la exploración de señales en telecomunicación.

En relación con el argumento general de la tesis, la TDS supuso la posibilidad de analizar la capacidad de un ser humano para tomar decisiones en situaciones en las que, en líneas generales, la información se presenta envuelta en un componente variable de incertidumbre o ambigüedad. Así, en efecto, el clínico que ha de enfrentarse a tareas continuadas de diagnosis a partir de su interpretación de una radiografía, toma decisiones en virtud de, al menos, dos elementos característicos de provisión de información: por un lado, la radiografía, como medio indirecto de evaluación, ofrece información parcial sobre un hecho singular, más o menos cercana a la realidad en términos de la precisión tecnológica del sistema, es decir, establece algún tipo de información sobre la información –parcial- de que dispone. A su vez, debe realizar algún tipo de estimación sobre la información desconocida, es decir, aquella que ha de interpretarse en relación a la probabilidad de acertar o cometer un error. La relación probable entre aciertos y errores establece los parámetros de riesgo en la decisión. Su conocimiento –sobre la probabilidad del riesgo- se refiere al grado de ambigüedad con que el sujeto enfrenta la decisión. Junto con estos dos factores de decisión, un tercer conjunto, como hemos anticipado anteriormente, es el representado por la experiencia del sujeto, en relación con la situación de decisión. En este marco, la interpretación de una radiografía pierde, como hemos visto, su carácter meramente discreto (experimentación binaria, de tipo “sí/no”) para ser considerado, en una visión más amplia, en un contexto de interacción en el que el tiempo es una variable que modela el proceso decisional. Así, pasamos de hablar de decisión discreta a distribución de la toma de decisiones a lo largo de un intervalo temporal, y de estimación del valor esperado, en términos del producto de la magnitud por su probabilidad, a la estimación de la tendencia de respuesta del sujeto a lo largo de un proceso asociativo y contingente.

7.1.4. Diseños experimentales de ensayos sucesivos (*streamed trial procedure*).

El argumento que guía la investigación en este punto de la tesis es el hecho de cómo los juicios de contingencia se ven afectados por la probabilidad con la que tiene lugar un resultado. Tanto en la dimensión predictiva como causal, la

representación que un observador realiza depende, entre otros factores, de la experiencia de relación entre las claves estimulares y sus resultados – recompensas o consecuencias, respectivamente- a lo largo de un episodio temporal estimado. La construcción de estas representaciones supone la base fundamental de los procesos de aprendizaje asociativo y categorial, y su horizonte final ha de situarse en términos adaptativos entre el hombre y su entorno vital.

Trasladar este tipo de situaciones al laboratorio presenta diversas dificultades. Más allá de las consideraciones acerca de la validez de los procedimientos respecto a las estimaciones de datos finales sobre ese entorno de adaptación, una de ellas parece centrarse en el tiempo necesario de aplicación experimental. Así, en una sesión experimental normativa, un único bloque de ensayos puede prolongarse, por lo general, más de diez minutos en su aplicación, dado que el observador participante ha de enfrentarse, durante el mismo, a repetidas presentaciones de aparición o no de la clave y aparición o no del resultado, de manera que se pudiera crear un espacio teórico lo suficientemente enriquecido como para poder generar las representaciones contingentes en el individuo.

El tiempo empleado en la realización de un experimento convencional de evaluación de la contingencia hizo, por lo general, desestimar el empleo de experimentación psicofísica en los diseños, a la vez que incorporaba serias dudas dada la probable interferencia de sesgos atencionales debidos a agentes externos al procedimiento.

7.2. Planteamiento de Hipótesis experimentales.

Hipótesis 1.

La conducta humana es sensible a la contingencia de reforzamiento. La sensibilidad se define como la capacidad de reconocimiento por parte de un sujeto de una señal que actúa como indicio o clave presente, en un entorno de decisión en el que aparece en combinación con el ruido de fondo. Las personas más sensibles son capaces de reconocer antes, de forma segura (sin cometer errores predictivos ni falsas alarmas) niveles bajos de magnitud de estímulo o de frecuencia de presentación a lo largo de una distribución normal; las personas menos sensibles, cometen un mayor número de errores o de falsas alarmas. La contingencia de reforzamiento se define como el diferencial marginal de la probabilidad condicionada de ocurrencia de una recompensa en presencia y en ausencia de una señal o clave. Las personas más sensibles discriminan con mayor eficacia entre niveles de cambio en la programación contingente, cometiendo un menor número de errores y falsas alarmas.

Hipótesis 2.

La decisión de juicio de contingencia humano está determinada por características propias del contexto de decisión, cuyos aspectos formales y de relación asociativa entre estímulos condicionan la capacidad de discriminación, así como por elementos internos de decisión, de carácter subjetivo, que median en la salida conductual. La contingencia de reforzamiento, programada en función de los parámetros de la matriz Δp , incide en el juicio de decisión, establecido como el juicio escalar de valoración causal. Cuando la contingencia es negativa, los sujetos establecen valoraciones de juicio negativas. Cuando la contingencia es neutra, los sujetos aproximan su juicio escalar al valor 0, y cuando la contingencia es positiva, los sujetos valoran positivamente la relación de contingencia. Adicionalmente, la valoración causal de los sujetos aproxima los niveles programados de contingencia real.

Hipótesis 3.

La gestión de la incertidumbre en el contexto experimental de decisión está en relación con la confianza del sujeto en el establecimiento de juicios asociativos. Incrementos en el grado de certidumbre producen incrementos en la seguridad del individuo sobre su acción decisoria, de tal modo que se incremente su capacidad de apuesta sobre el juicio asociativo. Se define la incertidumbre en función de la varianza de la distribución de señales en cada nivel de contingencia. Cuando ésta es neutra, la varianza es máxima y, por tanto, también lo es el rango de incertidumbre ($p=0,5$). En esta condición, las apuestas económicas realizadas por los participantes en un procedimiento de juicio causal será menores que cuando la contingencia programada presenta mayor grado de certidumbre, esto es, hacia los extremos, donde o bien la señal está ausente o bien la señal está siempre presente ($p=1$).

Hipótesis 4.

El modo en que las personas enfrentan tareas de decisión y juicio asociativo depende de la configuración de perfiles individuales de respuesta, de tal modo que es posible determinar patrones conservadores, neutros y liberales en el conjunto de la población. Un comportamiento *liberal* en la decisión se representa en términos de respuesta con un mayor predominio de falsas alarmas respecto al número de fallos o errores. Estos sujetos muestran una mayor tendencia a responder con un juicio asociativo “fuerte”, manifestando un sesgo de decisión respecto al criterio de neutralidad. Por su parte, un perfil conservador se caracteriza por la mayor presencia de errores o fallos de respuesta ante la presencia de la señal.

7.3. Método

7.3.1. Participantes y aparatos

En el experimento 3 participaron un total de siete sujetos, mujeres, de edades comprendidas entre los 21 y los 26 años (media=), estudiantes de tercer curso de Magisterio de la Facultad de Educación.

7.3.2. Diseño general:

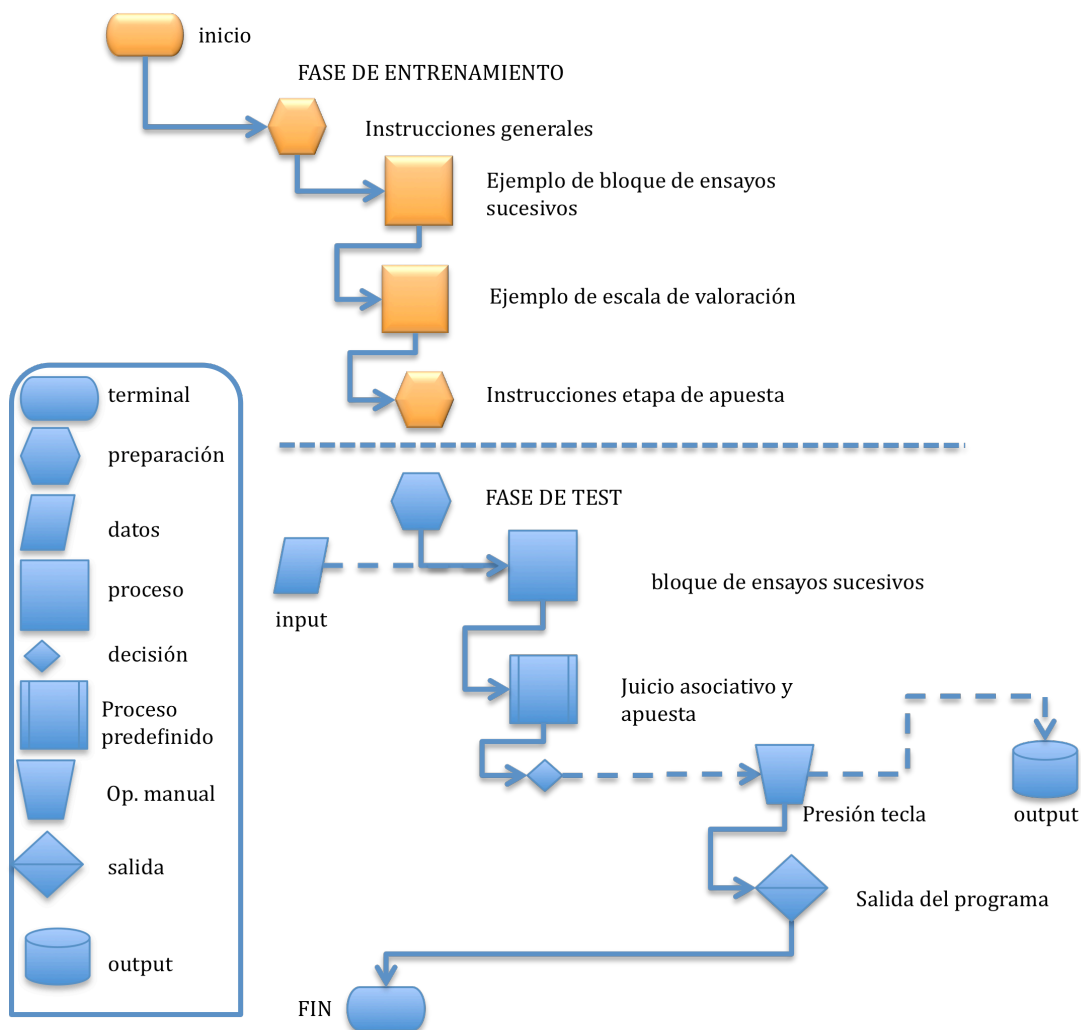


Figura 56. Diagrama de flujo correspondiente al diseño del experimento 3.

Para la realización de la tarea experimental se diseñó y creó un programa específico que permitiese la presentación de un procedimiento de ensayos

sucesivos. El programa informático fue implementado utilizando como software base el programa *Flxlab*.

Como estímulos de referencia se tomó la imagen C4 correspondiente al valor de recompensa 100 en la tabla general de datos utilizada como marco general en esta tesis. Dicha imagen se presentaba en la pantalla por encima del eje central horizontal, alineada con el eje vertical, enmarcada en la mitad superior de un rectángulo de dimensiones 30%/70% (porcentajes en relación a los ejes horizontal y vertical de la pantalla, respectivamente, según script de programación). La imagen gráfica tenía unas dimensiones de 150x150 pixels y fue diseñada utilizando el programa *Photoshop CS3*. En la mitad inferior del rectángulo marco se presentaba, en función de la programación establecida, el número 100 como cifra de referencia, utilizando una fuente *URWBookman* y un tipo de letra de 40 puntos, centrada también en relación al eje vertical de la pantalla del ordenador.

El fondo de la pantalla del ordenador permanecía en blanco a lo largo del experimento.

Como soporte tecnológico se emplearon ordenadores portátiles con procesador *Intel Core Duo*. Cada ordenador fue colocado de manera firme sobre la mesa de experimentación. El participante se sentaba en una silla para la realización del experimento, de tal modo que la distancia entre la pantalla y los ojos se podía situar entre 25 y 50 cm., dependiendo de la disposición particular del sujeto.

7.3.3. Procedimiento

7.3.3.1. Fase de entrenamiento.

El experimento daba comienzo con la presentación general de instrucciones. Se solicitaba al participante que se sentase en el puesto experimental habilitado, en el que se encontraban el ordenador, un bolígrafo y la hoja de instrucciones para la fase de apuestas. Una vez sentado se le solicitaba su atención sobre la pantalla de proyección situada enfrente del puesto experimental. Sobre ella, se iniciaba el programa de entrenamiento, elaborado específicamente para este fin. Así todo dispuesto, se indicaba el requerimiento inicial de la presión de la tecla “run” para comenzar cada ensayo experimental. Inmediatamente aparecía una pantalla de preparación al ensayo, en fondo negro sobre la que aparecía una caja de edición de texto conteniendo la palabra “PREPARADO” y el código del juego en curso. Debajo del código de juego aparecía un botón de OK, que permitía el paso al siguiente momento experimental.

Una vez pulsado el botón, aparecían en pantalla las instrucciones del experimento:

“Esta prueba consiste en una serie de presentaciones sucesivas de imágenes y de cantidades numéricas. La imagen representa una clave que puede o no aparecer mientras que la cantidad representa una recompensa que puede o no aparecer.

Consideradas en conjunto, veras cuatro posibles situaciones diferentes en la pantalla. Así, puede ocurrir que aparezca:

1. Una imagen y una cifra a la vez.
2. La imagen aparece, pero la cifra no.
3. Aparece la cifra pero la imagen no.
4. No aparecen ni la imagen ni la cifra.

Cada secuencia que vas a ver contiene varias de estas combinaciones. Después de verlas, aparecerá una pantalla en la que se solicita que juzgues el grado de asociación entre la imagen y la consecuencia. Además, se te pedirá que apuestes en función del grado de seguridad que tienes al decidir. Por último, se te pide que puntúes ese grado de asociación que crees que existe en una escala graduada.

Para entenderlo mejor, puedes pasar a realizar el ejemplo.

Cuando estés preparada pulsa cualquier tecla. Ten en cuenta que la secuencia aparecerá muy rápidamente y debes estar muy atenta/o.”

El ejemplo de prueba, además de ser presentado en la pantalla de proyección, se dispuso en el ordenador experimental, de tal modo que el participante podía seguir la secuencia de instrucciones en su puesto individual.

El experimentador leía en voz alta las instrucciones, tras lo cual, se pasaba a resolver, en su caso, las posibles dudas planteadas. Se advertía, en este momento, de la importancia que tendría observar lo que iba a ocurrir con atención porque la presentación de los estímulos en un ensayo sucedía a gran velocidad y, por tanto, emplearía poco tiempo de presentación.

Una vez que el experimentador se había asegurado de que la instrucción general estaba comprendida se indicaba el paso a la siguiente etapa del experimento mediante la presión de cualquier tecla. Como ejemplo, se empleó la tecla de retorno del ordenador. Dicha presión dio paso a la etapa de presentación en pantalla del procedimiento de ensayos sucesivos.

	imagen	No imagen
Recompensa presente	14	20
Recompensa ausente	2	12

Tabla 59. Matriz de contingencia del ensayo de entrenamiento en el experimento 3.

En la fase de entrenamiento, se codificaron los parámetros de contingencia de manera que no guardasen relación directa con las bases metodológicas programadas en la fase de prueba del experimento, de la siguiente manera (Figura 62)

- Presentación de imagen (clave) junto con recompensa (opción “a” en la matriz de contingencia): 14

- Presentación de recompensa en ausencia de clave (opción “b”): 20
- Presentación de clave en ausencia de recompensa (opción “c”): 2
- Ausencia de clave y ausencia de recompensa (opción “d”): 12

El objetivo de esta fase de prueba es facilitar al participante la comprensión del concepto de ensayos sucesivos en el experimento, equilibrando con ello la carencia de experiencia de reconocimiento formal previo que se produciría, en caso contrario, respecto a los primeros ensayos de test de la prueba.

Una vez transcurrido el conjunto de ensayos de entrenamiento, aparecía una nueva pantalla de recogida de datos del participante. En este momento, se informaba de que las instrucciones para su cumplimentación estaban dispuestas en el documento que aparecía al lado del ordenador. El experimentador procedía entonces a leer las instrucciones en voz alta:

INSTRUCCIONES FASE DE APUESTAS:

Una vez que hayas terminado de visualizar un bloque de ensayo del juego, aparecerá una pantalla como la que te indico a continuación. En ella aparecen tres pequeñas escalas de valoración:

The screenshot shows a grey rectangular window with the following content:

- 1. VALORA LA ASOCIACION ENTRE LA FIGURA Y LA CANTIDAD
☒ DEBIL ☐ FUERTE
- 2. APUESTA A QUE VAS A ACERTAR EN TU VALORACION
☐ 1 euro ☐ 2 euros ☐ 3 euros ☐ 4 euros ☐ 5 euros
- 3. PUNTUA LA FUERZA DE LA ASOCIACION

Below these are three labels: NEGATIVA, NEUTRA, and POSITIVA. Under NEGATIVA is a box containing -10. Below NEUTRA and POSITIVA is a horizontal row of boxes containing numbers from -9 to 9. A box containing 10 is located at the bottom right of the row.

Para responder, sigue estas normas:

1. **COMIENZA SIEMPRE POR ARRIBA, CON LA ESCALA NÚMERO 1**
2. EN LA ESCALA NÚMERO 2 SE TE PEDIRÁ QUE **APUESTES EN FUNCIÓN DE LO SEGURA/O QUE ESTÉS** RESPECTO A TU DECISIÓN EN LA RESPUESTA DE LA ESCALA 3.
 - a. SI ACIERTAS, CON UN MARGEN DE ERROR DE ± 1 , GANARÁS LOS EUROS DE TU APUESTA.
 - b. SI FALLAS, PERDERÁS AUTOMÁTICAMENTE LOS EUROS APOSTADOS.

3. UNA VEZ REALIZADA TU APUESTA, UTILIZA EL RATÓN PARA **SELECCIONAR LA FUERZA** CON QUE CREES QUE SE ESTABLECIÓ LA ASOCIACIÓN.
4. EL CÓMPUTO TOTAL DE GANANCIAS SE TE COMUNICARÁ AL FINAL DEL EXPERIMENTO.

Gracias por tu participación.

7.3.3.2. Introducción del mecanismo de apuesta.

El experimentador leía las instrucciones al tiempo que solicitaba la comprensión del participante. Al llegar al punto 2 de las mismas y en el momento en que procedía a explicar el mecanismo de apuesta sobre la valoración en la escala graduada, depositaba un billete de 50 euros sobre la mesa del participante, encima de la hoja de instrucciones de apuesta, indicando que pasaba a ser propiedad del mismo, con el objeto de que lo utilizase a criterio en su participación en su experimento. Entonces, se le explicaba la regulación establecida en términos de pérdidas y ganancias probables, comunicándole que, al finalizar el experimento, se realizaría el correspondiente recuento, entregando al participante la suma final obtenida como resultado.

Una vez finalizada la explicación de las instrucciones, se daba paso a la fase de test.

7.3.3.3. Fase de Test. Diseño experimental.

El procedimiento de ensayos continuados se diseñó sobre la base de investigación propuesta inicialmente por Allan y cols. (L.G. Allan, et al., 2008), con objeto de observar , en primer lugar, la sensibilidad de los sujetos participantes hacia la variación de la contingencia programada y, en segundo lugar, observar la estabilidad de los modelos predictivos dispuestos al efecto respecto a la respuesta reiterada de los sujetos a lo largo de los diferentes ensayos y condiciones experimentales. Para ello, en primer lugar, se estableció una tabla de referencia que contenía los valores asignados a los parámetros característicos de una matriz 2X2, como puede observarse en la **Tabla 60**

Tabla 60

Tabla 60. Matriz de condiciones experimentales. a-d, parámetros de la matriz de contingencias 2X2; N, número de ensayos por secuencia de encadenamiento sucesivo; $P(O|C)$, probabilidad de obtención de recompensa en presencia de la imagen; $p(O|-C)$, probabilidad de obtención de recompensa en ausencia de imagen; Δp , valor de contingencia; $p(O)$, probabilidad de obtención de resultado en el conjunto de ensayos.

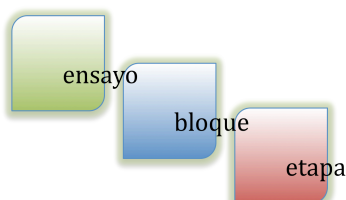
Condición	a	b	c	d	N	$P(O C)$	$P(O -C)$	Δp	$p(O)$
juego1	12	12	12	12	48	0,50	0,50	0	0,5
juego2	13	11	10	14	48	0,57	0,44	0,125217391	0,5
juego3	15	9	9	15	48	0,63	0,38	0,25	0,5
juego4	16	8	8	16	48	0,67	0,33	0,333333333	0,5
juego5	17	7	7	17	48	0,71	0,29	0,416666667	0,5
juego6	18	6	6	18	48	0,75	0,25	0,5	0,5
juego7	20	4	4	20	48	0,83	0,17	0,666666667	0,5
juego8	21	3	3	21	48	0,88	0,13	0,75	0,5
juego9	22	2	2	22	48	0,92	0,08	0,833333333	0,5
juego10	23	1	1	23	48	0,96	0,04	0,916666667	0,5
juego11	24	0	0	24	48	1,00	0,00	1	0,5

Con objeto de observar la influencia de la contingencia de reforzamiento sobre la conducta de decisión, se varió el valor del parámetro Δp entre los valores 0 y 1. De este modo, quedaron establecidas un total de 11 condiciones experimentales, correspondientes a los 11 valores resultantes del parámetro de contingencia. Como puede observarse, para su elaboración se incrementó progresivamente la tasa de éxitos, es decir, de reforzamientos en presencia de la clave, equivalente al parámetro a de la matriz de contingencia. Para equilibrar el resultado global respecto al patrón de contingencia general, se redujo, al mismo tiempo, el valor de b , la tasa de recompensas en ausencia de la clave. Con todo, la densidad de reforzamiento general se mantuvo constante en 0,5. Su valor equivalía a:

$$P(O) = \frac{a + b}{a + b + c + d}$$

Al mismo tiempo, el valor de Δp se fue incrementando en intervalos de 0,1.

El diseño general de la prueba quedó establecido de la siguiente manera:



El procedimiento de ensayos sucesivos establece un número determinado de presentaciones de pares asociados de estímulos por ensayo. En nuestro caso, elegimos un total de 48 presentaciones por ensayo, siguiendo las pautas establecidas en los principios experimentales presentados a lo largo de la tesis. De este modo, cada ensayo contenía los valores estimados en la condición experimental correspondiente.

Los ensayos fueron agrupados en bloques. Cada bloque contenía 11 ensayos. Los bloques, a su vez, fueron programados en grupos de dos etapas. Así, por cada etapa, el participante realizaba dos veces cada una de las 11 condiciones programadas.

El experimento constaba de un total de 10 etapas, distribuidas en dos sesiones de aplicación. Cada sujeto realizó un total de 20 ensayos para cada una de las condiciones experimentales, según puede verse en el Figura 57.

Cada ensayo finalizaba con la presentación de la pantalla de consignación de datos. El tiempo de realización del ensayo más la recogida de datos fue aproximadamente de 1 minuto. De esta manera, cada sesión se prolongaba aproximadamente durante 80 minutos. En la primera sesión, se introducía la presentación de instrucciones, tanto generales como de consignación de datos, más la realización del ensayo de entrenamiento. Esto ocupaba 20 minutos adicionales.

Durante el tiempo de realización de la prueba, se establecieron pausas cada 2 etapas, de tal modo que el participante pudiera utilizar un pequeño momento de relajación (ejercicios oculares, levantarse de la silla, etc..) respecto a la realización del procedimiento de ensayos sucesivos. En el inicio de la prueba se informaba que no podían ausentarse de la sala experimental durante estos momentos.

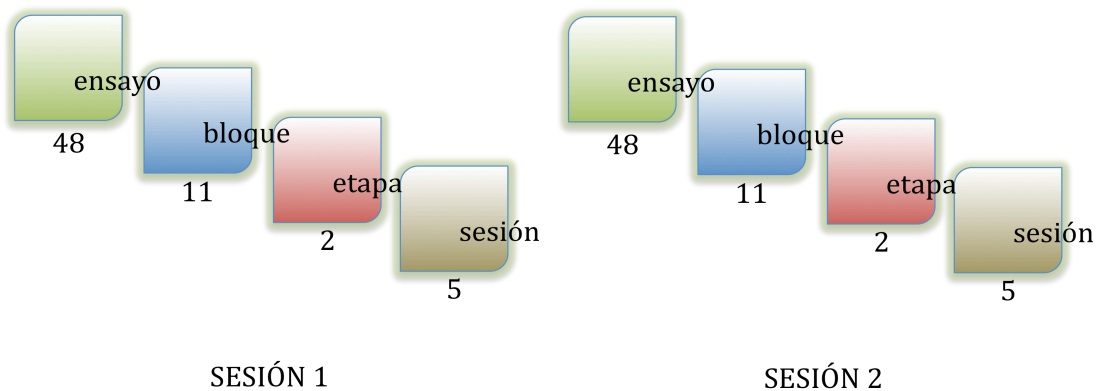


Figura 57. Diseño experimental del experimento 3. Se indica el número de unidades correspondientes a cada nivel del procedimiento. Se aplicaron dos sesiones por cada sujeto.

La presentación de los ensayos en cada bloque fue aleatoria. Las dos sesiones fueron aplicadas exactamente con siete días de diferencia. En la segunda sesión, el participante entraba en la sala experimental e iniciaba directamente el procedimiento de ejecución, sin que el experimentador introdujese información adicional. Tan sólo se colocaba el billete de 50 euros encima de la mesa una vez que el participante estaba sentado frente al monitor del ordenador.

7.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

7.4.1. Exploración preliminar.

Al igual que en los experimentos anteriores, los datos procedentes de la realización experimental fueron trasladados de los correspondientes archivos de salida, grabados en formato texto, a unas plantillas en Excel, donde se ordenaron en función de las puntuaciones obtenidas individualmente. Una vez realizada esta acción, el siguiente paso consistió en la elaboración de tablas de integración de datos (Tabla 61). En ellas,

Tabla 61. Volcado inicial de datos. Ejemplo de resultados para el sujeto nº 1 (el resto puede consultarse en el apartado de Anexos de la tesis). La columna bloque designa la contingencia (Dp); a continuación pueden observarse las columnas correspondientes a la tasa de respuestas de asociación fuerte, tasa de respuestas de asociación débil, probabilidad de respuesta de asociación fuerte, puntuación media de valoración en la escala de juicio, magnitud global de apuesta realizada, media de apuesta realizada y varianza de apuesta realizada.

SUJETO	bloque	nº F Bloq	Nº D	p(F)	med(escala)	apuesta	Med (apuest)	var(apuest)
1	0	4	16	0,2	-0,45	20	1	0
1	1	2	18	0,1	1,3	26	1,3	0,43157895
1	2	5	15	0,25	0,7	21	1,05	0,05
1	3	4	16	0,2	1,7	25	1,25	0,19736842
1	4	9	11	0,45	1,1	27	1,1	0,09473684
1	5	14	6	0,7	4,2	27	1,35	0,34473684
1	6	17	3	0,85	5,65	22	1,1	0,09473684
1	7	16	4	0,8	6,3	28	1,4	0,46315789
1	8	18	2	0,9	6,4	34	1,7	1,16842105
1	9	20	0	1	7,35	38	1,9	0,93684211
1	10	20	0	1	8,3	53	2,65	1,60789474

se consignaron, por columnas, la contingencia (Dp) programada en el diseño experimental, que establecía los 11 niveles de la VI; a continuación pueden observarse las columnas correspondientes a la tasa de respuestas de asociación fuerte, tasa de respuestas de asociación débil, probabilidad de respuesta de asociación fuerte, puntuación media de valoración en la escala de juicio, magnitud global de apuesta realizada, media de apuesta realizada y varianza de apuesta realizada.

7.4.2. Relación entre contingencia y juicio de decisión.

La observación inicial de los datos mostraba un incremento progresivo en la probabilidad de obtención de una respuesta de asociación fuerte a medida que se incrementaba la contingencia. Nuestro primer propósito fue, en este sentido, realizar estimaciones estadísticas de la magnitud y significatividad de este incremento.

Hemos de indicar que en este apartado inicial del análisis teníamos por objetivo observar el comportamiento conjunto de las respuestas de los participantes. En primer lugar, procedimos a analizar cualitativamente la variabilidad de los incrementos en la probabilidad de respuesta de asociación fuerte. Tal y como habíamos planteado en nuestras hipótesis, era de esperar un aumento progresivo, con una mayor intensidad en algún punto intermedio del proceso de respuesta. El gráfico de Figura 58 representa, en forma de diagrama de cajas, este progreso. En él pueden apreciarse dos elementos importantes. Por un lado, la progresión de los valores medios parece, efectivamente, aproximarse a una función de tipo sigmoideo, característica que será analizada con posterioridad; un segundo elemento que nos llamó poderosamente la atención fue el análisis preliminar de la varianza observada (o de la desviación típica de las distribuciones). En efecto, puede apreciarse un incremento significativo en los valores medios de la representación de la contingencia. Dado que en el trabajo de elaboración de la tesis observamos la relación entre la varianza estadística y la representación de la incertidumbre en los sujetos, estos datos

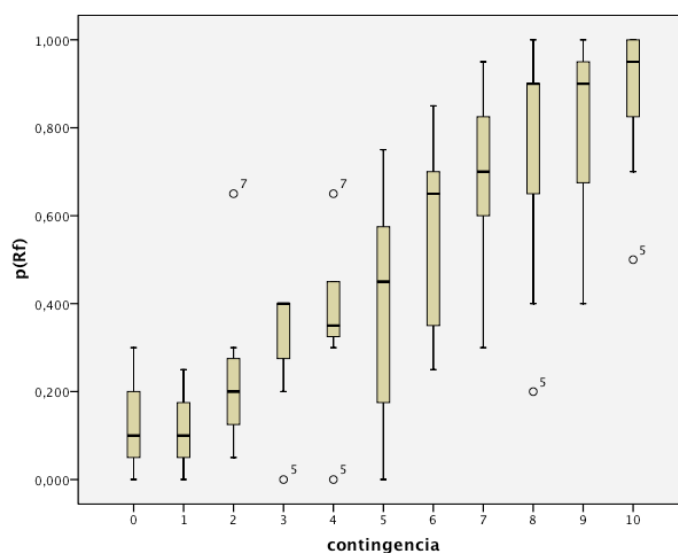


Figura 58. Diagrama de cajas que representa el incremento y la variabilidad de la probabilidad de obtención de respuesta de asociación fuerte en función de la contingencia programada.

parecían anticipar una hipótesis adicional, en el sentido de la posible observación de la curva invertida típica de la varianza, como explicación de la representación de la incertidumbre de los sujetos. Así, si este punto fuese cierto, obtendríamos máximos del valor de la varianza cercanos al punto medio

de decisión. En la situación experimental, este máximo vendría dado por el valor de $D_p=0.5$. Sin embargo, parecía cabal esperar que este máximo estuviera desplazado en términos del valor representado por el criterio subjetivo de decisión (como veremos posteriormente, el valor del PIS, o *punto de igualdad subjetiva*). Un primer indicador de ésta última cuestión parece observarse del hecho de la presencia de la mayor magnitud de la varianza desplazada ligeramente hacia la derecha del punto medio (valores de contingencia de 0.5 y 0.6, respectivamente). Con estos dos postulados como punto de partida, iniciamos el análisis estadístico en busca de datos significativos que permitiesen contrastar nuestras hipótesis.

Como procedimiento de contraste utilizamos entonces un Modelo Lineal General (MLG). Con ello, aplicamos un ANOVA de un factor con medidas repetidas para determinar el tipo de relación existente entre la contingencia, nuestra variable independiente o factor, y la probabilidad de respuesta asociativa fuerte como variable dependiente. Elegimos como marco de contraste tres niveles de la VI, correspondientes, respectivamente, a los valores de contingencia bajo ($D_p=0.0$), medio ($D_p=0.5$) y alto ($D_p=1.0$). En primer lugar, los estadísticos multivariados mostrados en la Tabla 62 presentan un nivel crítico asociado $p<0.05$ ($F=54.593$), por lo que rechazamos la hipótesis nula de igualdad de medias, concluyendo que la probabilidad de obtención de una respuesta asociativa fuerte varía significativamente a lo largo de la variación de la contingencia experimental.

Tabla 62. Contrastes multivariados correspondientes a la relación entre contingencia y probabilidad de obtención de respuesta asociativa fuerte.

		Contrastes multivariados ^b				
Efecto		Valor	F	gl hipótesis	Gl Error	Sig.
contingencia	Traza de Pillai	,956	54,593 ^a	2,000	5,000	,000
	Lambda de Wilks	,044	54,593 ^a	2,000	5,000	,000
	Hotelling's Trace	21,837	54,593 ^a	2,000	5,000	,000
	Raíz Mayor de Roy	21,837	54,593 ^a	2,000	5,000	,000

a. Estadístico exacto

b. Diseño: intersecciónn

Diseño intra sujetos: contingencia

Tal conclusión se realizó con la consideración previa de la igualdad de varianzas entre los diferentes pares asociados del factor (niveles de la variable contingencia). Para afirmar este dato, aplicamos la prueba de esfericidad de Mauchly, cuyos datos se muestran en la Tabla 63. El nivel crítico de significación hallado, $0.596>0.05$ nos permitió aceptar la hipótesis de esfericidad y, por tanto, concluir que las varianzas asociadas son iguales.

Tabla 63. *Contraste de esfericidad para la variable contingencia.*

Test de esfericidad de Mauchy ^b				
Medida: MEASURE_1				
		a		
Efectos intra sujetos	Mauchly's W	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.
contingencia	,813	1,036	2	,596

Por tanto, podemos concluir la existencia de cambios significativos en el valor de la probabilidad de obtención de juicios de respuesta asociativa fuerte en función del incremento del valor del parámetro D_p . El gráfico de la Figura 68 muestra una representación gráfica de esta relación. Puede observarse el incremento de la pendiente a partir del nivel de contingencia media, lo cual nos proyectó, en este proceso de análisis, hacia la consideración de la hipótesis de un incremento de la sensibilidad del sujeto una vez definido el criterio de decisión. Este hecho debía ser contrastado analíticamente en un momento posterior, tal y como se describe en esta tesis.

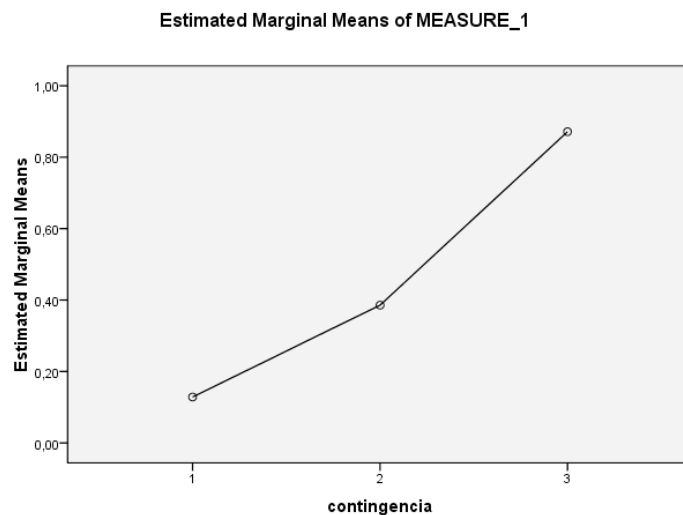


Figura 59. *Incremento de la probabilidad de presentación de una respuesta asociativa fuerte, $p(R_f)$, en función del nivel de contingencia programado (1=baja, 0.0; 2=media, 0.5; 3=alta, 1.0). Las medidas muestran los valores marginales medios correspondientes a los 7 sujetos de la muestra utilizada.*

7.4.3. Análisis de la conducta de apuesta.

En un segundo momento se propuso la observación y análisis estadístico de las tendencias de respuesta respecto al segundo requerimiento del diseño

experimental. Recordemos que al finalizar cada uno de los bloques de ensayos en un procedimiento de ensayos continuados, se solicitaba al sujeto que emitiera un juicio de valoración en términos de apuesta sobre su confianza en la decisión tomada respecto al juicio asociativo entre clave y recompensa. De acuerdo con las instrucciones de tarea presentadas, el sujeto podría ganar o perder en función del grado de ajuste alcanzado respecto al patrón de contingencia programado.

Realizamos un primer análisis exploratorio para observar la evolución de la apuesta, como variable dependiente, respecto a la contingencia programada, considerada como variable independiente (Tabla 64). Para ello, tomamos como medida de respuesta el valor promedio de apuesta por nivel de contingencia (cada nivel se aplicó en 20 ocasiones a cada uno de los participantes).

Tabla 64. Datos de análisis para el MLG realizado en el análisis de la interacción contingencia x apuesta. Las celdas de la matriz de datos muestran los valores medios de apuesta por nivel de contingencia para cada sujeto.

sujeto	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1	1	1,3	1,05	1,25	1,1	1,35	1,1	1,4	1,7	1,9	2,65
2	1,15	1,1	1	1,05	1,15	1	1,05	1,2	1,3	1,6	1,8
3	2,4	1,9	1,45	1,45	1,45	1,35	1,3	1,9	2,35	2,7	3,8
4	3,55	3,85	3,65	3,6	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8	4	4,35
5	1,9	2,05	2	1,95	1,95	1,95	2,2	2,55	2,25	2,5	2,95
6	2,45	2,65	2,3	2,05	1,85	2,1	1,75	2,3	2,05	1,95	2,5
7	1,95	1,6	2,05	2,05	2,2	2,35	2,25	2,6	3	3,3	3,65

Los datos recogidos (Tabla 64) nos permitieron constatar dos cuestiones relevantes: por un lado, se observó una tendencia regular en el incremento de

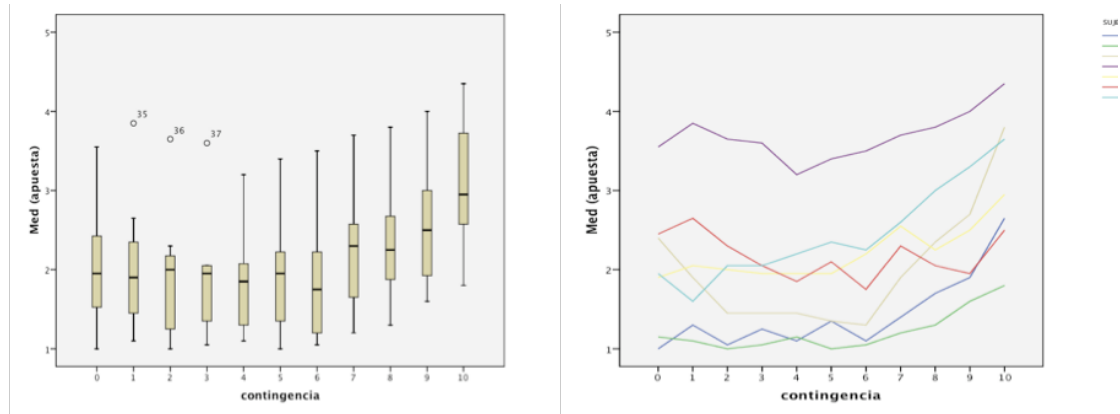


Figura 60. En la imagen izquierda aparece representado el comportamiento general del grupo de participantes a lo largo del incremento de la contingencia (puntuaciones medias). En la imagen de la derecha aparece representada la evolución de la realización individual de cada uno de los siete participantes.

la tasa media de apuesta en el conjunto general, a excepción del sujeto 6, quien pareció considerar un promedio de apuesta más homogéneo a lo largo de los niveles de contingencia; en segundo lugar, pudo observarse un umbral diferencial mínimo de apuesta entre los participantes, de manera que, por ejemplo, el sujeto 2 y el sujeto 4 podrían reflejar comportamientos de riesgo significativamente diferentes respecto a un mismo programa experimental, lo cual nos haría considerar la existencia de sesgos internos respecto al riesgo asumible en la decisión. Tales consideraciones son representadas gráficamente y debían ser sometidas a pruebas de contraste estadístico. Se constató un incremento general con mayor pendiente positiva hacia el valor de contingencia alto y un mínimo alrededor de la zona media de contingencia representada (Figura 60, izquierda); al mismo tiempo, puede observarse cómo la evolución de los participantes, considerada de manera individual, parecía reflejar niveles de estimación diferentes respecto al riesgo asumido en la decisión. De hecho, las diferencias más significativas se constataron entre los sujetos 4 (máximo umbral) y 2 (mínimo).

El siguiente paso en el procedimiento de análisis nos llevó a la aplicación de un Anova de Medidas Repetidas entre la programación de la contingencia y el juicio de apuesta sobre el valor asociativo. Con objeto de observar en detalle el comportamiento, en este caso, de la progresión en la apuesta de los sujetos, definimos cinco niveles del factor contingencia: 0.0, 0.2, 0.5, 0.7, 0.10. Los resultados del análisis no mostraron significatividad en la estimación del parámetro de contraste para los diferentes tests multivariados (Tabla 65).

Este dato ($p=0.123>0.05$) no nos permitía rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias y, por tanto, concluir que existían diferencias significativas en los resultados obtenidos en la variable *apuesta* para los niveles estimados de *contingencia*. Sin embargo, como puede observarse, el resultado del contraste del estadístico F univariado en la comprobación de los efectos intrasujetos sí fue significativo, tanto para la versión no corregida ($p=0.000 <$

Tabla 65. Contrastes multivariados contingencia x juicio de apuesta sobre el valor asociativo

		Contrastes multivariados ^b				
Efecto		Valor	F	Gl hipótesis	Gl error	Sig.
contingencia	Traza de Pillai	,857	4,505 ^a	4,000	3,000	,123
	Lambda de Wilks	,143	4,505 ^a	4,000	3,000	,123
	Traza de Hotelling	6,007	4,505 ^a	4,000	3,000	,123
	Raiz Mayor de Roy	6,007	4,505 ^a	4,000	3,000	,123

a. Estadístico exacto

b. Diseño: intersección

Diseño intra sujetos: contingencia

Pruebas de efectos intra-sujetos: contingencia

Medida: MEASURE_1

Origen		F	Sig.
contingencia	Esfericidad asumida	15,363	,000
	Greenhouse-Geisser	15,363	,001
	Huynh-Feldt	15,363	,000
	Límite inferior	15,363	,008

0.05; esfericidad asumida, $p=0.130 >0.05$ –consultar anexos para los detalles), algo que se explica por la mayor potencia de este estadístico en condiciones de esfericidad asumida y, especialmente, cuando las muestras son de tamaño pequeño. Este hecho nos llevó a estimar la realización de contrastes complementarios. Así, quisimos observar los efectos dos a dos de los resultados obtenidos por niveles, con la intención de localizar, en la medida de lo posible, la fuente de significatividad en los resultados obtenidos. De este modo, al comparar los efectos principales reflejados en la Tabla 66, empleando el método de Bonferroni, constatamos que sí aparecía una relación significativa entre los resultados. Esta relación quedaba fijada, en particular, entre los resultados obtenidos por los primeros niveles considerados ($D_p=0.0$, $D_p=0.2$ y $D_p=0.5$, no así por $D_p=0.7$) y el resultado general obtenido en el nivel alto de contingencia, $D_p=1.0$. Una interpretación posible de esta situación sugiere que los individuos generan estrategias conservadoras ante situaciones en las que la probabilidad de obtención de un resultado está condicionada por la contingencia de reforzamiento y no por la densidad (equivalente en todos los niveles estudiados). Sin embargo, cuando la densidad y la contingencia se

equiparan, los sujetos generan una representación que tiende a sobreestimar la diferencia respecto al nivel anterior, equivalente a 0.1 y se manifiesta en términos de una cierta confianza por parte del participante en su decisión.

Nuestra interpretación sobre el incremento significativo de la confianza subjetiva en situaciones de certeza debiera, a su vez, ser respaldada por la gráfica de una función adecuada. Esta idea nos llevó a dar el siguiente paso. Si no existiese un cambio significativo, en relación con lo hallado en los contrastes estadísticos realizados, la gráfica de la función incremental podría ser descrita en términos de su linealidad entre la contingencia y la apuesta realizada. Esto es, los incrementos serían proporcionales a lo largo de los diferentes niveles de contingencia. De lo contrario, cabría esperar una función de orden superior, especialmente significativa respecto al último nivel de contingencia.

Tabla 66. Procedimiento Bonferroni de ajuste por comparaciones múltiples. Datos de análisis del ANOVA contingencia x apuesta (contraste post hoc).

Comparaciones entre pares				
Medida: MEASURE_1				
a				
(I) contingencia	(J) contingencia	Diferencia media (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
1	2	,143	,155	1,000
	3	,129	,185	1,000
	4	-,179	,160	1,000
	5	-1,043 [*]	,225	,036
2	1	-,143	,155	1,000
	3	-,014	,060	1,000
	4	-,321	,079	,064
	5	-1,186 [*]	,245	,029
3	1	-,129	,185	1,000
	2	,014	,060	1,000
	4	-,307	,075	,064
	5	-1,171 [*]	,243	,029
4	1	,179	,160	1,000
	2	,321	,079	,064
	3	,307	,075	,064
	5	-,864	,220	,077
5	1	1,043 [*]	,225	,036
	2	1,186 [*]	,245	,029
	3	1,171 [*]	,243	,029

4	,864	,220	,077
---	------	------	------

Basado en medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

*. La diferencia media es significativa al nivel ,05 .

Al observar los contrastes polinómicos quisimos profundizar en esta idea, analizando la relación entre el factor y la variable dependiente. Los resultados de la Tabla 67 muestran que los datos obtenidos en la variable de apuesta sobre la fuerza asociativa a lo largo del progreso de la contingencia se ajustan a una función de tipo cuadrático.

Tabla 67. Contrastes polinómicos del análisis contingencia x apuesta.

Pruebas de contraste intra sujetos			
Medida: MEASURE_1			
Origen	contingencia	F	Sig.
contingencia	Lineal	24,552	,003
	Cuadrático	11,517	,015
	Cúbico	3,327	,118
	Orden 4	,113	,749

Como paso final del modelo de medidas repetidas aplicado, representamos gráficamente la evolución de los datos sobre apuesta de los sujetos. En línea con los resultados hallados, la gráfica parecía expresar una forma cuadrática positiva, en forma de U. Sin embargo, ambos brazos de la gráfica no tuvieron el mismo nivel de significación, tal y como hemos identificado en el análisis previo, considerando como región asintótica el entorno cercano a $D_p=0.5$. Este hecho nos llamó poderosamente la atención. Además de sugerir la necesidad de considerar en un futuro el comportamiento de los sujetos en situaciones de contingencia negativa, la presencia significativa de un incremento de la apuesta en la condición de certeza positiva podría interpretarse en términos de la gestión de la información que realizan los participantes en condiciones de riesgo e incertidumbre. Lo que inicialmente habíamos encontrado fue que los individuos no se comportaban de igual modo en las situaciones en que la contingencia era nula y en condiciones en que la contingencia era total, $D_p=0.0$ y $D_p=1.0$, respectivamente. Desde un punto de vista econométrico, ambas situaciones podrían ser consideradas como equivalentes, dada su condición de certeza respecto a la información que presentan. Sin embargo, parecería que los participantes las consideraran, en sus representaciones sobre el grado subjetivo de confianza, de manera desigual, no tanto sobrestimando la apuesta sobre la contingencia total, sino, más bien, subestimando la posibilidad de apuesta sobre la contingencia ausente. Este hecho parecía dar cuenta de la presencia de una cierta actitud de *aversión a la pérdida* por parte de los participantes en situaciones de ausencia de contingencia, dada la

subestimación del grado subjetivo de confianza sobre la asociación percibida.

7.4.4. Análisis de la relación entre la confianza subjetiva y la valoración de la fuerza asociativa.

Cuando un agente racional está seguro del resultado de un acontecimiento, las decisiones tomadas respecto al mismo tienden a ser más estables que cuando ha de decidir en condiciones de incertidumbre. En otras palabras, la distribución de respuestas dadas en condiciones de alta incertidumbre tiende a presentar una mayor *entropía* o *varianza* decisional.

Por ello, la variabilidad en las opciones de decisión que expresa la idea anterior puede traerse al escenario interpretativo en forma de varianza estadística. De este modo, las puntuaciones directas observadas fueron transformadas de manera que pudimos extraer los correspondientes estadísticos descriptivos. En particular, la varianza observada en cada una de las distribuciones de resultados, categorizada por niveles de contingencia, permitió obtener el correspondiente valor sobre la variabilidad de la decisión en cada bloque. Es necesario plantear en este punto que el interés se centraba no tanto en la variabilidad intersubjetiva sobre la decisión (algo ofrecido por la varianza como estimador en sí mismo), sino, más bien, el cambio en el valor ofrecido por la varianza a lo largo de la progresión del experimento.

En efecto, los fundamentos expuestos en esta tesis argumentaron a favor de la relación existente entre la incertidumbre (o el conjunto riesgo-incertidumbre) y la decisión. Las teorías económicas de la decisión postularon y constataron cómo las personas tienden a emitir juicios valorativos de carácter no lineal en relación con la percepción de estas situaciones (Finucane, Alhakami, Slovic, & Johnson, 2000; Kahneman & Tversky, 1979b, 1984; F. Knight, 1921) y cómo la percepción del riesgo e incertidumbre interviene en la conducta de toma de decisiones (Birnbaum, 2008; Fisher & Mazur, 1997; George Loewenstein, Read, & Baumeister, 2003; Howard Rachlin, 1989). La investigación reciente ha puesto de manifiesto la existencia de correlatos neurales de los patrones de decisión bajo este tipo de condiciones (Engelmann, Capra, Noussair, & Berns, 2009; Huettel, Stowe, Gordon, Warner, & Platt, 2006; Platt & Glimcher, 1999; Schultz, 2006; P. N. Tobler, J. P. O'Doherty, R. J. Dolan, & W. Schultz, 2007). En particular, la codificación de la incertidumbre puede ser expresada en términos de la entropía (Shannon, 1948) o de la varianza (Levy & Markowitz, 1979; Markowitz, 1952, 1987; Shultz, et al., 2008) de la distribución de respuestas en situaciones de decisión discreta (o de su raíz cuadrada, la desviación típica), de tal modo, como hemos fundamentado en una fase anterior, que la mayor incertidumbre correspondería con una varianza equivalente a 1.0 y coincidiría con el momento de decisión en que la probabilidad de acierto/error es equivalente, esto es, 0.5, mientras que los momentos de máxima certidumbre de corresponderían con una varianza esperada de 0.0.

Tanto los trabajos iniciales en el marco de la economía y la conducta como los más actuales y prometedores respecto a la investigación de los próximos años sobre neuroeconomía (Shultz, 2008) consideran que la toma de decisiones está condicionada por aspectos relacionados tanto con el entorno de actuación como con las características estructurales y funcionales del cerebro humano. La varianza estadística, en el caso de la consideración de la incertidumbre, es un instrumento adecuado de representación de la acción subjetiva frente a tal conjunto de decisiones.

En un plano matemático, la varianza toma la forma de una función cuadrática. En su diseño más simple, equivale a una parábola descrita por la ecuación:

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

siendo a , b y c , los coeficientes que la definen en forma y valencia.

Recogiendo los planteamientos expuestos y continuando con la argumentación en este análisis de datos, nos propusimos contrastar la existencia de una función cuadrática que diese, en efecto, cuenta de la expresión de la varianza debida, en este caso, a un incremento de la contingencia. Para ello, definimos una tabla de datos que nos permitiera explorar un modelo matemático adecuado. Comenzamos por hallar el valor de la varianza media observada en el conjunto de participantes del experimento, por nivel de contingencia. Una vez hecho, normalizamos los datos con objeto de poder contrastar el resultado tanto con los datos de la investigación general como con momentos posteriores en este análisis. El resultado puede observarse en la Tabla 68.

Tabla 68. Datos de varianza y varianza normalizada de la decisión sobre la fortaleza asociativa, por nivel de contingencia (datos del conjunto de la muestra).

Cont	Varmed	varnorm
0	9,05	0,9
0,1	9,44	0,93
0,2	10,1	1
0,3	9,73	0,96
0,4	9,85	0,98
0,5	8,22	0,81
0,6	9,86	0,98
0,7	8,75	0,87
0,8	8,08	0,8
0,9	6,24	0,62
1	6,19	0,61

Los datos dispuestos fueron utilizados en un procedimiento de estimación curvilínea utilizando el programa de análisis SPSS, con el objetivo de identificar el modelo más adecuado respecto a los datos encontrados. Utilizamos como opciones de ajuste los modelos cuadrático y cúbico. Los resultados del ANOVA

realizado (ver Tabla 69 y Tabla 70) nos permitieron concluir que el ajuste cuadrático expresaba con un mayor grado de adecuación y significatividad el patrón de dispersión definido.

Tabla 69. Estimación del modelo cuadrático para la función de ajuste de la decisión sobre la intensidad de la fuerza asociativa del experimento.

modelo Sumario			
R	R Cuadrado	R cuadrado ajustada	Error típ. de la estimación
,917	,841	,801	,061

La variable independiente es contingencia.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuad.	F	Sig.
Regresión	,159	2	,080	21,184	,001
Residual	,030	8	,004		
Total	,190	10			

La variable independiente es contingencia.

Tabla 70. Estimación del modelo cúbico para la función de ajuste de la decisión sobre la intensidad de la fuerza asociativa del experimento.

modelo Sumario			
R	R Cuadrado	R cuadrado ajustada	Error típ. de la estimación
,917	,841	,773	,066

La variable independiente es contingencia.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuad.	F	Sig.
Regresión	,159	3	,053	12,357	,003
Residual	,030	7	,004		
Total	,190	10			

La variable independiente es contingencia.

Como puede observarse en las tablas anteriores, tanto la significatividad comparada entre el modelo cuadrático y el cúbico ($p=0.001$, $F=21.184 > p=0.003$, $F=12357$), como el valor del parámetro de bondad de ajuste (R^2 ajustada=0.801 para el modelo cuadrático frente a 0.773 para el modelo cúbico) dan muestras de una mayor adecuación del primero frente al segundo. Con todo, la función que mejor pareció describir el comportamiento de los datos fue una parábola del tipo:

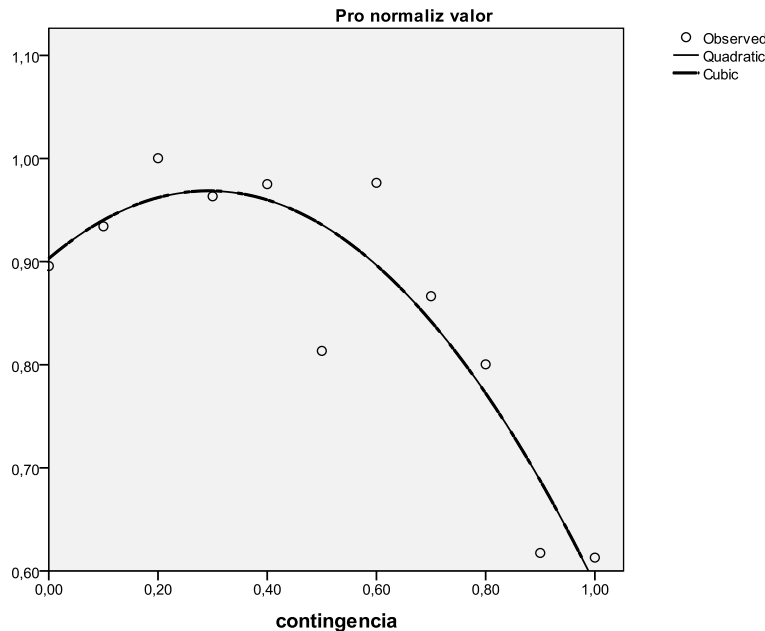


Figura 61. Representación de la función de intensidad asociativa, expresada por la varianza promedio normalizada de las decisiones del grupo experimental, por niveles de contingencia. Se presentan los modelos cuadrático y cúbico (ambos superpuestos).

La interpretación de la gráfica de la función de intensidad permitió considerar cómo la evolución de la varianza observada a lo largo de las diferentes programaciones contingentes muestra su mínimo en la situación de máxima certidumbre y su máximo en la región situada en el entorno de $D_p=0.30$. En principio, parecería lógico esperar este valor en el nivel medio de contingencia, $D_p=0.5$, punto en el que la contingencia, además, se iguala con la densidad programada (también equivalente a 0.5). Sin embargo, nuestros análisis manifestaron un desplazamiento de la curva hacia la izquierda de este punto. Además, una segunda cuestión aflora en la interpretación realizada, referida al punto de corte de la curva sobre el eje de ordenadas. En principio, cabría esperar un comportamiento similar en ambos extremos de la gráfica, teniendo en cuenta la simetría bilateral de la programación contingente, en la que tanto el valor de $D_p=0.0$ como el valor de $D_p=1.0$ expresan, como hemos comentado con anterioridad, puntos de certidumbre equivalentes (ningún emparejamiento clave/señal ó todos los emparejamientos clave/señal). Si bien es cierto que en el extremos de baja contingencia se aprecia un descenso en la variabilidad de la decisión, interpretable en términos de mayor certidumbre en la representación, éste dista mucho del nivel mínimo esperado, quedándose en

los valores cercanos a 0.9. En suma, se observa, al igual que pudimos concluir en el apartado anterior, un comportamiento diferencial, en la decisión de los sujetos, respecto a la baja y a la alta contingencia. Nuestra interpretación sugiere un manejo más seguro de las contingencias altas, respecto al nivel de incertidumbre, que de las contingencias bajas.

En el experimento que se realizó, previamente a la solicitud de puntuación por parte del participante sobre la escala de valoración de la fuerza asociativa, se le preguntaba por su confianza en esa decisión. Ya hemos visto cómo la gráfica que representa la función incremental de la apuesta sobre la decisión tenía también una función cuadrática. Tal y como podíamos esperar, algo que llamó nuestra atención es que tal función reflejaba una valencia inversa respecto a la función representativa de la decisión asociativa. Al modelizar la curva de ajuste y superponer ambas en el mismo cuadrante, pudimos verlo con una mayor claridad.

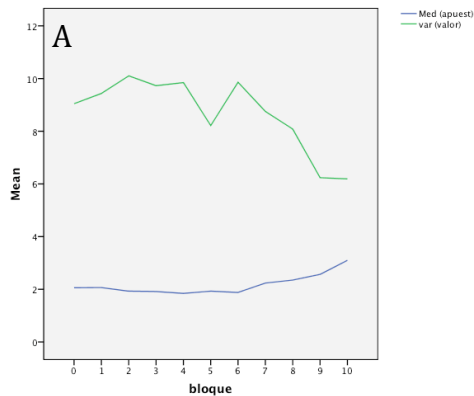
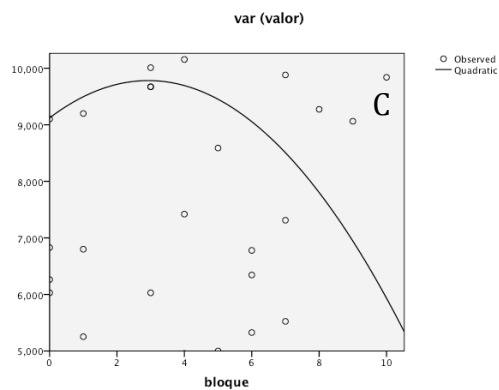
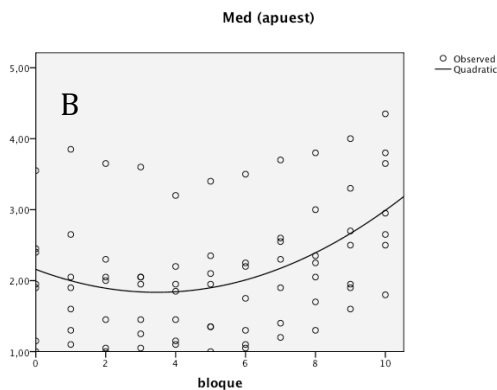


Figura 62. Representación gráfica de la relación entre incertidumbre (varianza media de decisión sobre intensidad asociativa) y apuesta (apuesta sobre la probabilidad de acierto en la decisión). A: gráfica de puntuaciones medias obtenidas en ambas variables; B: curva de ajuste y gráfico de dispersión para apuesta; C: curva de ajuste y gráfico de dispersión para valor (intensidad asociativa). La variable en el eje de abscisas representa la contingencia programada.



Los resultados del análisis gráfico mostraron dos funciones de ajuste descritas mediante las siguientes ecuaciones:

Función apuesta sobre la seguridad en la valoración de fuerza asociativa:

$$f(x)=9.12213575897785 + 0.4506643356643439 x + -0.07695330984804744$$

Función valoración de fuerza asociativa:

$$f(x)=2.158341658341663 + -0.1868165168165192 x + 0.02700632700632723$$

Como conclusión, los resultados hallados sugieren la idea de que los sujetos, en su proceso decisional a medida que varía de manera incremental la contingencia asociativa, confían más en sus decisiones cuando la valencia de la contingencia positiva supera el nivel medio de la contingencia representada. Con ello, parecen mostrarse más seguros cuando se reduce la incertidumbre hacia la confluencia del valor del parámetro de densidad con el parámetro de contingencia positiva. Esto ocurre, en nuestro diseño experimental, cuando de todos los reforzamientos posibles (el 50% establecido como densidad base para todos los niveles de contingencia), todos ellos son reforzados, esto es, existe un emparejamiento total entre clave y recompensa (probabilidad de

reforzamiento equivalente a 0.5 y $D_p=1.0$). En este punto, y especialmente en el tramo final de los incrementos descritos en los niveles ($D_p=0.7$ a $D_p=1.0$) es donde se produce un mayor incremento de la apuesta media combinado, adicional y significativamente, por un mínimo en la varianza de las distribuciones observadas. Ello nos llevó a concluir que los participantes en el experimento apostaron más en el tramo en que reconocieron los menores niveles de incertidumbre y, por tanto, fueron más arriesgados. Sin embargo, este hecho no pareció constatarse en el tramo inicial de la escala contingente, $D_p=0.0$ a $D_p=0.2$. En este caso, pese a que el nivel de incertidumbre esperado debía ser equivalente al caso anterior (aproximado a 0, dado que de todos los reforzamientos posibles, ninguno fue reforzado), no ocurrió así en el experimento. Al contrario, los sujetos arrojaron una varianza promedio y normalizada más alta y un promedio de apuestas menor. Ello nos llevó a concluir que su conducta de respuesta, en la decisión de apuesta, era más conservadora (una mayor aversión a la pérdida) debido a la sensibilidad diferencial respecto a la representación de la situación de decisión. Los participantes parecieron reconocer un mayor riesgo en las situaciones en las que la certidumbre estaba soportada por la ausencia de contingencia, frente a las que estaban soportadas por la contingencia total.

Por último, considerando en conjunto la contingencia programada y la densidad de fondo, podríamos plantear la posible existencia de sesgos de respuesta debidos a la *tasa base* representada por la densidad de reforzamiento, de manera que el sujeto decisor sea más sensible a la interferencia, en la representación, de la densidad sobre la decisión en situaciones en que la contingencia es nula. Con ello, la representación, en este punto, estaría influida por la manifestación de la probabilidad de reforzamiento –densidad- y no tanto por la ausencia de contingencia –aquello por lo que se le pregunta, en realidad, en el experimento-

7.4.5. Análisis psicofísico de señales. Preparación de los datos de análisis.

Para el análisis del comportamiento de los datos de respuesta de los sujetos se decidió utilizar el programa informático *Profit* (Quantum Soft, Ueticom am See, Switzerland, versión 6.1.10). Para ello, obtuvimos la probabilidad de respuesta positiva por sujeto y nivel de contingencia ($p(R_f)$), e introducimos los valores obtenidos en el programa para calcular el ajuste óptimo de la curva de reconocimiento (función psicométrica). La función psicométrica se representaba así gráficamente mediante la ecuación:

$$f(x; \mu, \sigma) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} dt$$

equivalente a la integral de la función de densidad, con media μ y desviación típica σ .

Para la realización del proceso de modelización del comportamiento seguido por los sujetos en la realización del experimento se definió, en primer lugar, una función sigmoidea como base para el ajuste paramétrico. La forma más simple de una función sigmoidea tiene por ecuación:

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Esta función, como es conocido, tiene un comportamiento simétrico respecto al eje de coordenadas. Para alcanzar el objetivo propuesto en el procedimiento experimental, se hacía necesario definir una ecuación que contemplara la posibilidad de ajuste a lo largo del eje de abscisas, con el objetivo de posibilitar la coincidencia entre el punto de inflexión de la curva sigmoidea y la media de la distribución normal subyacente, así como permitir la variación en la pendiente de la misma, algo que nos permitiría interpretar el resultado en clave de sensibilidad del sujeto respecto al progreso de la contingencia programada. En definitiva, utilizamos como función de ajuste la expresada por la ecuación:

$$F(x) = \frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{P}{x_0}(x - x_0)\right)}$$

siendo P el valor de la pendiente de la curva (Figura 63) y X_0 el parámetro de ajuste equivalente al umbral de inflexión en el punto medio (equivalente al punto de corte de la tangente de la función sigmoidea en este punto). Estos parámetros

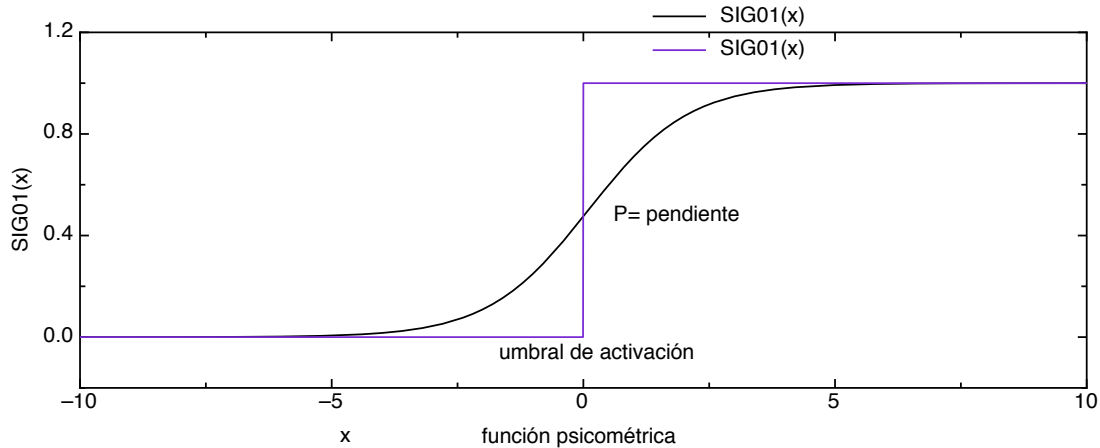


Figura 63. Experimento 3. Función de activación sigmoidea empleada como referencia de ajuste para la función psicométrica. La función escalonada representa el valor máximo de la pendiente, P , equivalente a la máxima sensibilidad alcanzada por el sujeto.

fueron introducidos como valores de ajuste en la entrada de datos. Así, su comportamiento puede ser equiparado, en el caso del *umbral*, al del parámetro localizador, μ , o media de la distribución normal acumulada (CDF) y, en el caso de P , al de su varianza. Con objeto de optimizar el proceso de iteración, los valores iniciales fueron establecidos de la siguiente manera:

Parámetro	P		umbral	
inicio	0.01		0.01	
Límites	0.001	9	0.01	1

A nivel de programación, se implementó la ecuación matemática empleando el siguiente *guión* en lenguaje Pascal:

```
function SIG01 (P, umbral);
begin
y:=(1/(1+exp(-(P/umbral)*(x-umbral))));
end;
```

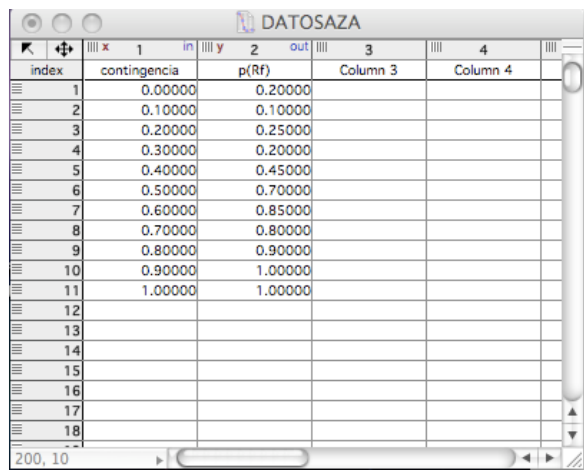
como puede observarse, la función definida toma la forma sigmoidea de la función de distribución acumulada (FDC), cuyos dos parámetros, identificados como μ y σ equivalen, respectivamente, a λ y a σ en la ecuación y se corresponden con los valores de localización y de escala (dispersión estadística o desviación típica) de la distribución de probabilidad. En concreto, la distribución normal suele definirse en términos paramétricos utilizando μ como parámetro localizador que identifica el origen de la distribución de probabilidad, y σ^2 , como parámetro cuadrático de escalamiento, que equivale a la varianza de la distribución.

7.4.5.1. Procedimiento de análisis.

Para facilitar la consideración del procedimiento, sintetizamos el trabajo realizado en los siguientes pasos:

- Generación de tabla de datos de entrada.
- Asignación de valores iniciales a los parámetros de la función.
- Algoritmo de ajuste.
- Análisis del error.
- Cálculo del *punto de igualdad subjetiva* (PIS).
- Determinación de parámetros de sensibilidad y criterio de decisión individual a partir de los datos de salida.

7.4.5.2. Generación de tabla de datos de entrada.



index	contingencia	p(Rf)	Column 3	Column 4
1	0.00000	0.20000		
2	0.10000	0.10000		
3	0.20000	0.25000		
4	0.30000	0.20000		
5	0.40000	0.45000		
6	0.50000	0.70000		
7	0.60000	0.85000		
8	0.70000	0.80000		
9	0.80000	0.90000		
10	0.90000	1.00000		
11	1.00000	1.00000		
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

Figura 64. Plantilla de entrada de datos.

La función psicométrica queda definida por la relación entre la variación del parámetro de contingencia y el incremento en la probabilidad de emisión de una respuesta favorable, es decir, cuando el sujeto tiende a responder que la fuerza asociativa entre clave y recompensa es alta, $p(R_f)$. Con este objetivo, se recogieron los datos de entrada para la función de ajuste en una tabla de dos columnas, para cada sujeto. La probabilidad de R_f se extrajo para cada bloque de 20 paquetes de ensayos –procedimiento de

ensayos continuados-, considerando la proporción de respuestas de asociación fuerte en el conjunto de respuestas totales:

$$p(R_F) = \frac{\text{tasa}R_F}{20}$$

7.4.5.3. Asignación de valores iniciales a los parámetros de la función.

Se realizó una búsqueda preliminar de valores iniciales de los parámetros, pues este tipo de selección previa es fundamental para evitar la convergencia de los datos hacia un valor mínimo de la desviación media χ^2 . Adicionalmente, para prevenir errores singulares como consecuencia de la redundancia paramétrica en la función de ajuste, los valores de μ y σ quedaron fijados de la siguiente manera:

Parámetro de localización (loc): Nivel inicial, 1.0
Límite inferior: 0.5
Límite superior: 8

Parámetro de sensibilidad: nivel inicial, 0.01
Límite inferior: ninguno.
Límite superior: ninguno

7.4.5.4. Algoritmo de ajuste.

El procedimiento de ajuste de curvas emplea los datos de entrada y aplica entonces como función de ajuste la función sigmoidea programada previamente. El intervalo de confianza quedó fijado en el 95%. Para el ajuste se empleó un algoritmo de Levenberg-Marquardt. Este algoritmo emplea las derivadas parciales respecto a los parámetros definidos.

Con todo, los resultados del procedimiento de ajuste fijaron los parámetros de la función como puede verse en Tabla 71:

Tabla 71. *Parámetros de salida de la función de ajuste modelizada para el incremento de la contingencia programada a lo largo del experimento.*

	umbral	P
AZA	0,4056	2,5874
BGO	0,4775	2,4297
CH	0,5233	2,8116
LT	0,5525	2,7072
MAR	0,9962	4,6031
NAD	0,7947	2,0790
SAR	0,2708	0.9868

y, por tanto, la función de ajuste generada por el modelo fue:

$$f(x) = \frac{1}{2.48\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-0.9)^2}{2*2.48^2}}$$

7.4.5.5. Análisis del error.

Una vez ajustada la curva, se analizaron las variaciones en los puntos definidos por los datos y su posible influencia sobre la función de ajuste, dado el número reducido de observaciones en relación con la capacidad predictiva del modelo presentado. Para ello, en este caso, utilizamos una simulación que empleó, a su vez, un procedimiento Monte Carlo, mediante el cual, se generaron de manera aleatoria pares de puntos del tipo

$$(\hat{x}_i, f(\hat{x}_i))$$

alrededor de aquellos que fueron identificados por la función de ajuste. Se definieron 500 iteraciones para la simulación, estableciendo el error constante en la ponderación de los valores de $f(\hat{x}_i)$ en 0.3. Con ello, como puede verse en los datos que siguen, la bondad de ajuste de los datos representados fue elevada ($R^2=0.9999$; $ji^2=0.6929$)

```

it Algorithm:      Levenberg-Marquardt

Function :        CDF2

Data   : DATOSAZA

output  : y
y column:      p(Rf)
Δy value :      0.3000
Δy distr.: Gaussian

input   : x
x column:      contingencia
Δx value :      0.0
Δx distr.: Gaussian

Iterations: 14
-----
Chi squared      =      0.6929
Goodness of fit  =      0.9999

Parameters:
loc      =      0.8972   ,σloc =      9.0846e-2
S        =      2.4773   ,σS   =      0.3803

-----
Confidence intervals (      95.500% ):
loc      0.7099   ...      1.0796
S        1.7770   ...      3.4051
(based on 500 converging iterations)

```

Figura 65. Ventana de resultados correspondiente al ajuste de la función sigmoidea para el sujeto 1 del experimento.

En la ventana de resultados aparecen las desviaciones típicas de los parámetros (loc y S), que definen la región que contienen el 95,5% del total integral de la distribución de Gauss. Su interpretación, utilizando el algoritmo de ajuste de Levenberg-Marquardt supone la consideración de que los errores de los datos están distribuidos normalmente.

7.4.5.6. Cálculo del punto de igualdad subjetiva (PIS).

En psicofísica, el punto de igualdad subjetiva define el valor de D_p para el cual $p(R_f)=0.5$. Para la realización del cálculo correspondiente se introdujeron en la función de ajuste valores cuya diferencia marginal, en el eje x fue de 0.01. Observamos entonces el par correspondiente al valor del parámetro de contingencia cuyo valor de y equivalía a 0.5. El resultado, en el caso del sujeto 1, fue de un valor del PIS de 0.43 (ver tablas de entrada y salida de datos de la función de ajuste en el apartado de anexos).

7.4.5.7. Determinación de parámetros de sensibilidad y criterio de decisión individual a partir de los datos de salida.

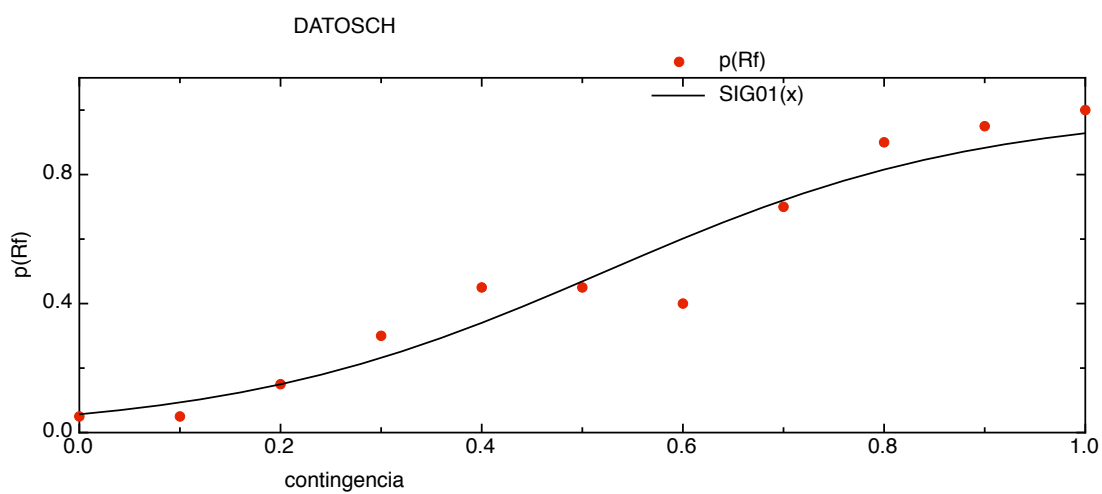
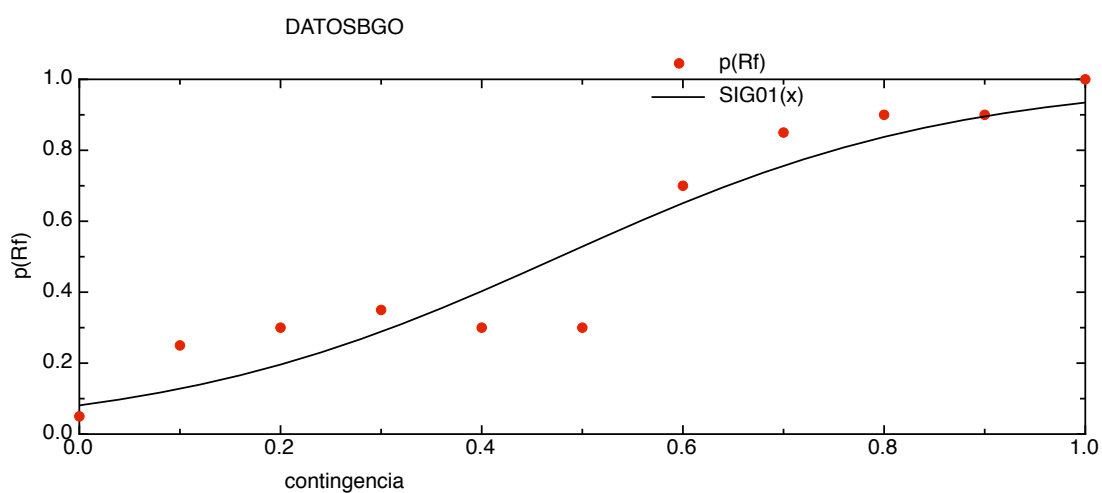
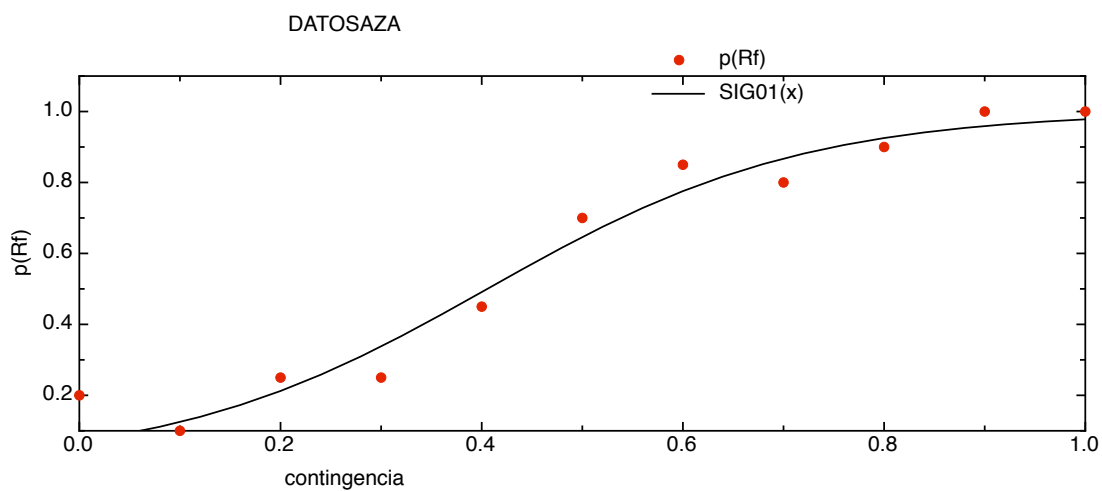
El cálculo del punto de igualdad subjetiva es relevante porque permite ofrecer una estimación del criterio de decisión, λ , del sujeto a lo largo de su realización en el experimento (L.G. Allan, et al., 2008). Valores de $\lambda > 0.5$ indican un comportamiento más conservador respecto a la posibilidad de responder con el criterio “fuerte” en la calificación del carácter de la fuerza asociativa. Por el contrario, si el criterio de decisión $\lambda < 0.5$, indica que el sujeto muestra una tendencia más acentuada a responder positivamente respecto al valor asociativo (R_f). A su vez, el análisis de la pendiente de la curva de distribución acumulada descrita por la función psicométrica provee de una estimación sobre la sensibilidad del sujeto a la variación de los valores de D_p . Su cálculo se obtuvo mediante el inverso de la desviación típica de la función, $1/\sigma$.

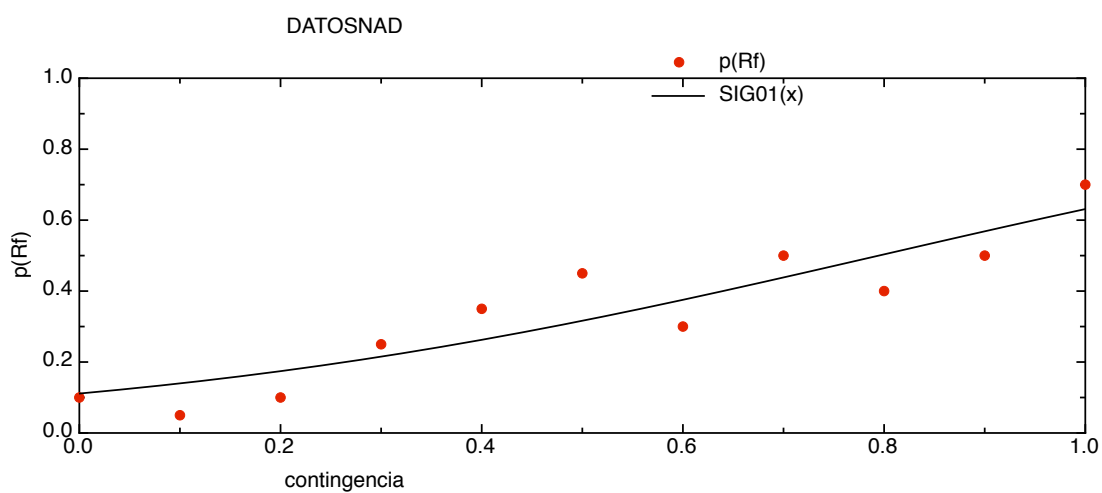
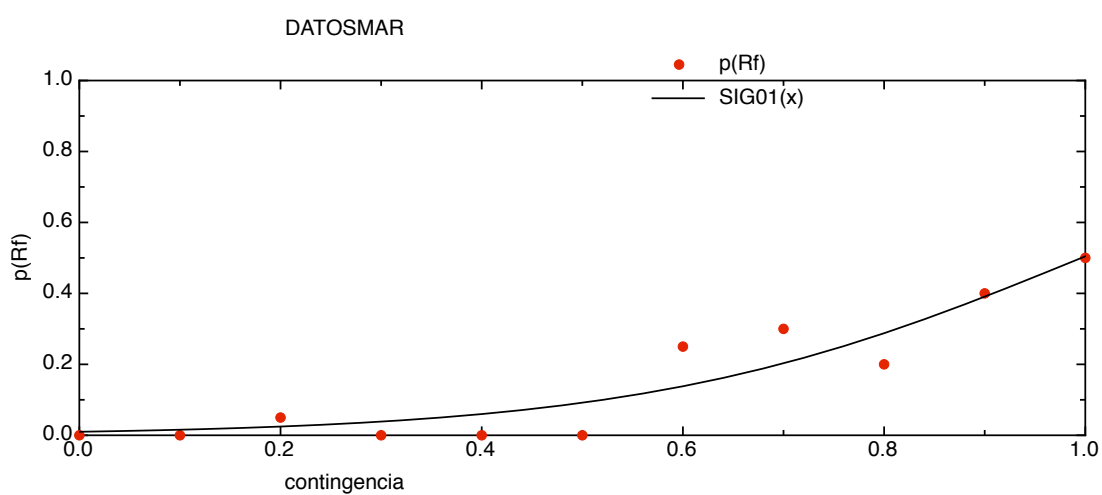
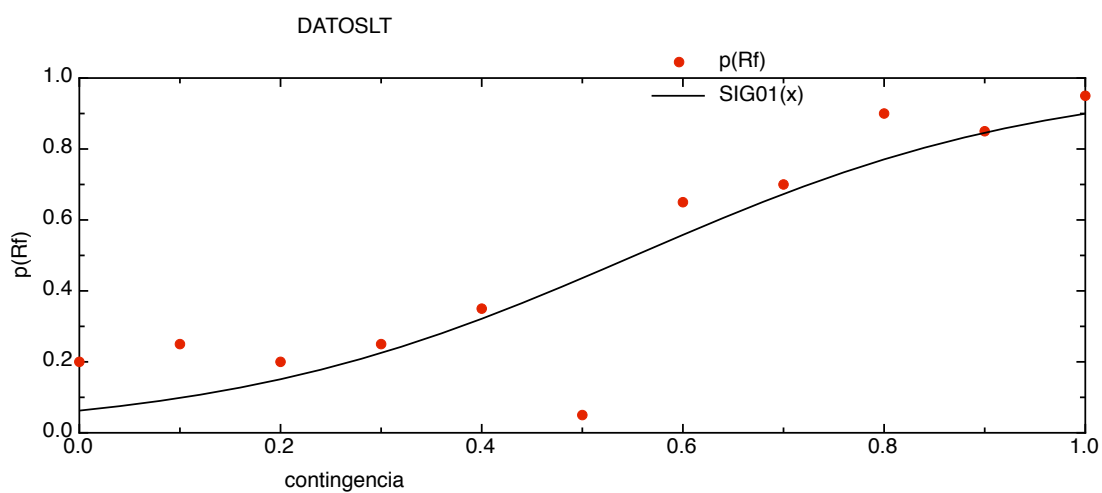
Tabla 72. Experimento 4. Parámetros de función psicométrica para cada participante.

	σ	$1/\sigma$	λ	χ	R
AZA	0,38	2.63	0,41	1.1024	0,9992
BGO	0.40	2.50	0.48	1.1632	0.9999
CH	0,42	2.38	0.53	0,9910	0,9995
LT	0,44	2.27	0,56	2.4807	0,9814
MAR	1.27	0.79	1.00	1.1053	0.9992
NAD	0.51	1.96	0.80	1.7509	0.9948
SAR	0.35	2.86	0.28	2,0435	0.9998

7.4.5.8. Gráficas de ajuste.

Se utilizó el procedimiento anteriormente descrito en el análisis gráfico del comportamiento de decisión sobre juicio asociativo mostrado por los siete sujetos que constituyeron la muestra experimental. Las gráficas de las funciones resultantes muestran aspectos interesantes a considerar (**¡Error!No se encuentra el origen de la referencia.**).





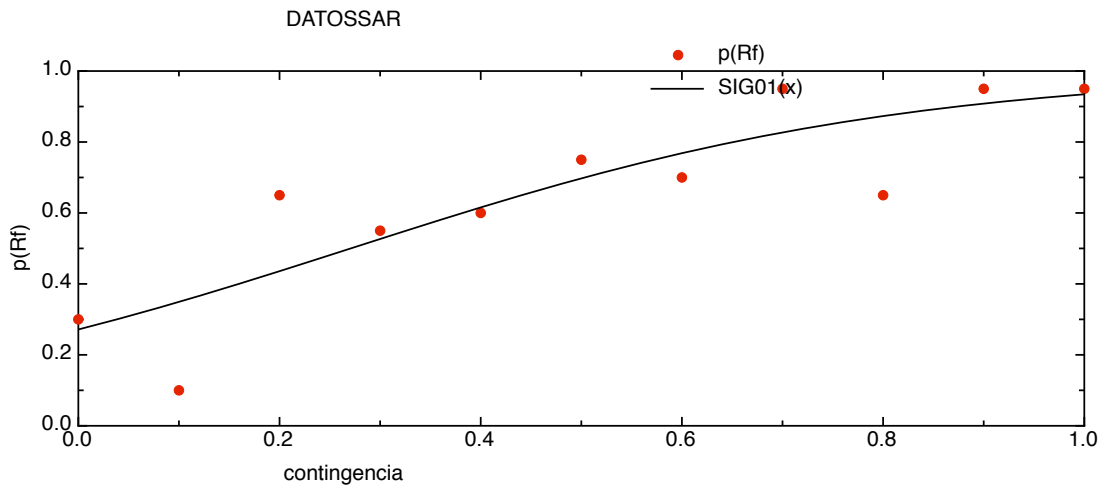


Figura 66. Experimento 3. Modelos de ajuste de la función psicométrica para cada participante. El eje de abscisas representa los niveles incrementales en Δp ; el eje de ordenadas representa la probabilidad de emisión de juicio valorativo de respuesta asociativa fuerte.

Como puede verse tanto en los gráficos presentados como en las tablas de resultados, los datos constatan diferencias en la realización del experimento entre los participantes. Así, los sujetos S1 (AZA), S2 (BGO) y S3 (LT), mostraron un comportamiento similar al esperado inicialmente, con una progresión en el reconocimiento de la contingencia que siguió el modelo descrito por la función sigmoidea para el intervalo experimental, esto es entre 0 y 1. Así, sus criterios de decisión se establecieron, respectivamente, en $\lambda=0.41$, 0.48 y 0.53, cercanos al punto medio de la contingencia esperada. De ellos S1 manifestó un comportamiento más liberal ($\lambda < 0$), mientras que S2 y S3 tuvieron un comportamiento más neutro respecto al criterio de decisión.

Por su parte, los sujetos S5 y S6 se caracterizaron por un aparente rendimiento subóptimo en la prueba, si bien, a vista de la interpretación gráfica y de datos realizada, por motivos diferentes. En ambos casos la pendiente inicial de la curva es baja, si bien en el punto de inflexión (valor de μ o *umbral*), el comportamiento gráfico varía: mientras S5 incrementa rápidamente su tendencia a responder positivamente a la contingencia asociativa fuerte ($P=4.6031$), el valor de la pendiente para S6 muestra una menor sensibilidad hacia la discriminación entre las distribuciones de la señal ($P=2.0790$). Además, ambos sujetos tuvieron un comportamiento conservador respecto a la decisión, constatado por la demora en el reconocimiento de una señal como positiva (las medias se desplazaron hacia la derecha de la gráfica, lo que presentó valores de umbral, respectivamente, de $\mu=0.9962$ y 0.7947). Podría afirmarse, como consecuencia, que el bajo rendimiento fue debido, en el caso de S5, a un exceso de conservadurismo, mientras que en el caso de S6, fue el resultado de una baja sensibilidad a la discriminación de las fuentes de estímulo. Este hecho particular será tratado con mayor detalle en posteriores análisis estadísticos y gráficos.

En el caso de S7, mostró una tendencia claramente liberal ($\lambda=0.28$) en su patrón de respuestas. Esta tendencia de juicio anticipatorio de la señal de fuerza asociativa, la llevó a cometer un gran número de errores indebidos (*falsas alarmas*, como veremos posteriormente), lo que se refleja en el alto valor de corte de la gráfica sigmoidea respecto al eje de ordenadas en el origen del experimento. Esto es debido al incremento de la probabilidad de obtención de respuesta positiva ya en el momento en que el valor de $\Delta p=0$, cuando lo esperado era de valores cercanos a 0. Podría decirse entonces que, al contrario de lo que sucede con S5, S7 mostró en su realización una baja sensibilidad al reconocimiento de niveles bajos de contingencia (en situaciones de densidad media).

7.4.6. Teoría de Detección de Señales. Análisis de la sensibilidad y criterio de decisión respecto a la intensidad de la fuerza asociativa de las distribuciones.

De manera adicional, se realizó un análisis de la capacidad de los sujetos para detectar señales en el marco de la TDS. La representación gráfica y los datos asociados de la función psicométrica para cada participante mostraron un comportamiento diferencial debido a la presencia de sesgos subjetivos en la decisión. Estas diferencias se establecieron en términos de la capacidad del sujeto para responder a cambios mínimos en la contingencia de reforzamiento asociada a los niveles experimentales. En este caso, se estableció como objetivo prioritario definir la curva característica operativa del receptor (curvas ROC), como modelo de contraste paramétrico entre los individuos. Ello nos permitiría tener un correlato adecuado e individual para cada sujeto de la estimación de la respuesta psicofísica a las señales.

Como primer paso, se diseñó la matriz de contingencia (en general, también denominada, matriz de confusión) para cada sujeto. En términos de TDS, se conceptualizó el procedimiento experimental como una situación de detección en la que un sujeto debía identificar una señal asociativa fuerte sobre un fondo de ruido caracterizado por el patrón general de contingencia. De este modo, el participante debería identificar las “señales fuertes” cuando el patrón de contingencia así lo hubiese definido a través de la presentación experimental.

Tabla 73. Matriz de contingencias utilizada en el diagnóstico de la sensibilidad intersubjetiva en el experimento 3.

	Señal débil	Señal fuerte
Respuesta débil	Acierto (A)	Fallo (F)
Respuesta fuerte	Falsa alarma (FA)	Rechazo correcto (RC)

Como es lógico, fue necesario definir un criterio estándar de diferenciación de la señal respecto al fondo. A tal fin, el nivel 6 de programación, equivalente al valor de $Dp=0.5$, fue asignado como punto de indiferencia respecto a las

distribuciones del Ruido y de la Señal+Ruido. En el nivel de contingencia media, los sujetos se enfrentaban a un proceso en el que la equiprobabilidad en la asociación interfiere en la posibilidad de establecer un criterio local estable. Por ello, decidimos desconsiderarlo de cara a la estimación del sesgo individual de respuesta. Así, en el análisis TDS manejamos los niveles de contingencia 0.0 a 0.4 (niveles 1 a 5) como niveles de fuerza asociativa débil, y los niveles de contingencia 0.6 a 1.0 (niveles 7 a 11) como niveles de fuerza asociativa fuerte. De este modo, conseguimos el total de ensayos establecido en el diseño general de la prueba. Los datos resultantes fueron procesados con el programa TDS-Expert (Reales y Ballesteros, 2000) y los resultados pueden consultarse en la Tabla 74.

Tabla 74. Datos de entrada y salida en el procesamiento de señales (modelo TDS) de la realización de los participantes del experimento 3.

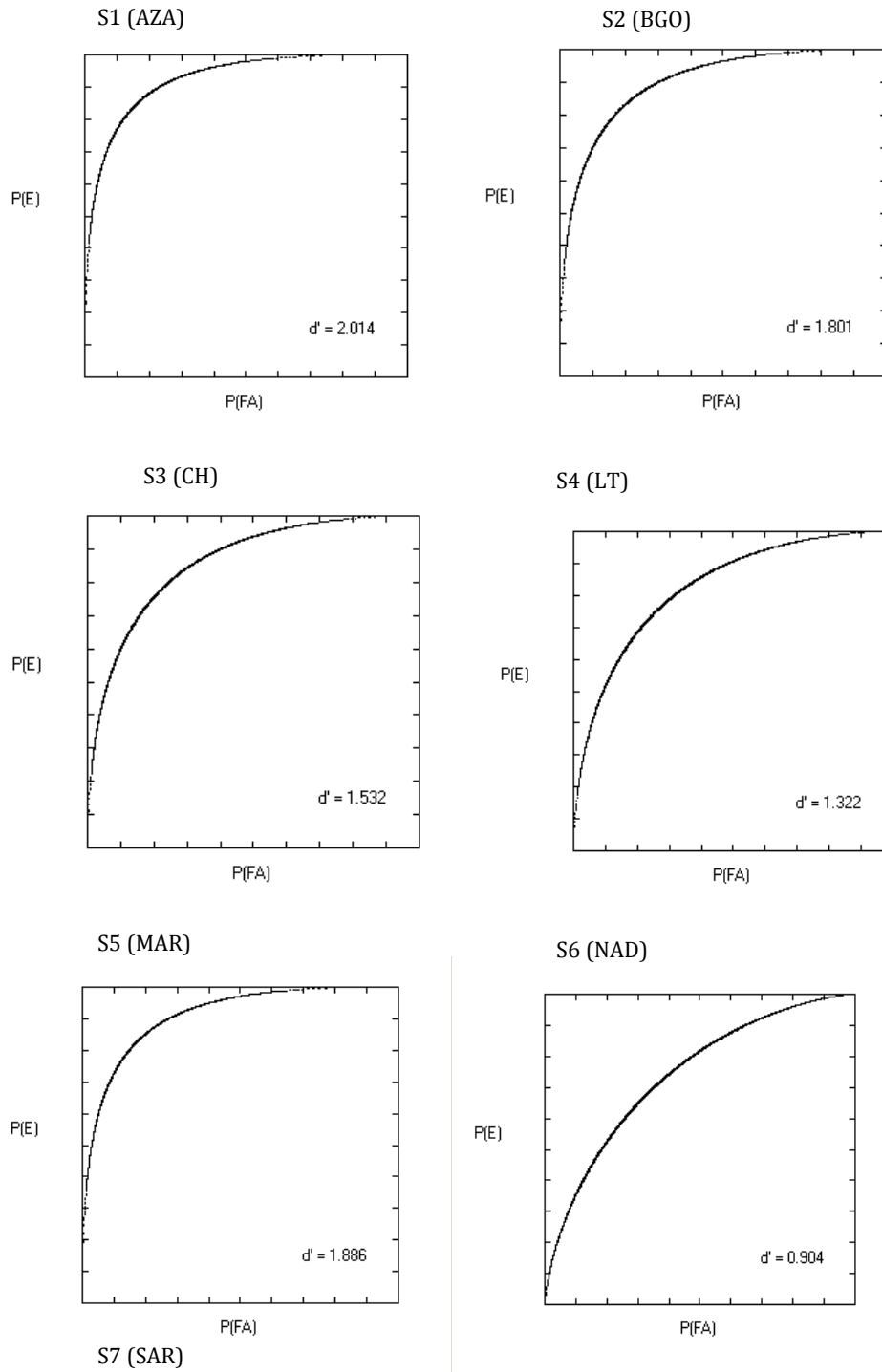
Sujeto	Código	entrada				salida			
		A	FA	F	RC	d'	λ	$\sigma_{d'}$	σ_{λ}
1	AZA	91	25	9	75	2.014	-0.333	0.223	0.111
2	BGO	87	25	13	75	1.801	-0.226	0.209	0.105
3	CH	69	15	31	85	1.532	0.270	0.202	0.101
4	LT	72	23	28	77	1.322	0.078	0.192	0.096
5	MAR	33	1	67	99	1.886	1.383	0.395	0.198
6	NAD	48	17	52	83	0.904	0.502	0.194	0.097
7	SAR	75	35	25	65	1.060	-0.145	0.187	0.094

La valencia del parámetro λ (positiva o negativa), depende de la relación de proporcionalidad entre falsas alarmas y fallos, de tal modo que cuando ambas tasas se igualan, el valor estimado del parámetro será 0. Así, por ejemplo, el criterio más extremo por la izquierda fue alcanzado por el sujeto 1 ($\lambda = -0.333$), lo que expresó una mayor tasa de falsas alarmas (el sujeto indica que la señal es “fuerte” cuando en realidad era débil) que de fallos (el sujeto indica que la señal es “débil” cuando en realidad es “fuerte”, mientras que el valor de λ mayor fue alcanzado por el sujeto 5 ($\lambda = 1.383$), representando una mayor tasa de fallos que de falsas alarmas. Estos dos sujetos fueron, por tanto, los que manifestaron un mayor sesgo de respuesta en sus decisiones.

7.4.6.1. Análisis de eficacia diagnóstica mediante curvas ROC.

El análisis de la curva característica operativa del receptor (ROC) permite, como ya hemos apuntado en apartados anteriores de la tesis, describir el comportamiento del sujeto en el proceso de decisión en base a la estimación gráfica del parámetro de sensibilidad, d' . Las correspondientes gráficas se obtienen representando la proporción de aciertos en función de la proporción de falsas alarmas, manteniendo la d' constante y haciendo variar el criterio, λ . Con ello, realizamos una estimación de la sensibilidad del sujeto respecto a la capacidad para diferenciar ambas distribuciones (asumiendo el supuesto de

normalidad e igualdad de varianzas). La Figura 67 muestra los resultados gráficos hallados a partir de los estimadores cuantitativos para cada sujeto.



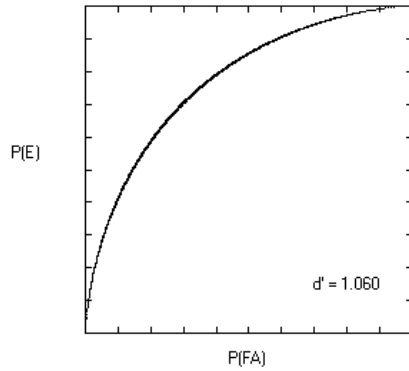


Figura 67A. Curvas características de operación del receptor (ROC) de los sujetos participantes en el experimento 3. $P(E)$, tasa de acierto; $P(FA)$, tasa de falsas alarmas; d' , parámetro de sensibilidad.

De los siete participantes en el experimento, seis tuvieron un alto grado de sensibilidad a la diferencia de ambas distribuciones. Los datos obtenidos reflejaron, no obstante, una menor sensibilidad en el sujeto 6 (NAD), $d' = 0.835$. Su capacidad de discriminación a lo largo de la variación de la contingencia también fue menor la del resto del grupo ($1/\sigma = 1.96$), a excepción del S5 (MAR, $1/\sigma = 0.79$). Sin embargo, S5 mostró una mayor sensibilidad a la discriminación de la fuerza asociativa fuerte respecto a la débil, en el modelo de TDS (gráfico N, $d' = 1.886$). De hecho, sus resultados superaron al resto de participantes. De los resultados conjuntos de ambos análisis se deduce que la conducta de decisión de S6 a lo largo del experimento estuvo relacionada con su escasa sensibilidad tanto a la variación marginal de la contingencia como a la diferenciación en la intensidad de la fuerza asociativa (fuerte/débil). Por su parte, S5, pese a que su sensibilidad a la variación de la contingencia fue baja respecto al grupo, sí fue capaz de diferenciar las distribuciones características de las señales (los grupos de ensayos continuados) fuerte y débil. Al considerar entonces el valor crítico del criterio de decisión encontramos una diferencia clara entre ambos participantes. En efecto, S5 estableció los límites críticos de decisión, tanto para el continuo psicofísico de variación de la contingencia como para la diferenciación de las dos distribuciones de fuerza asociativa, muy a la derecha del nivel óptimo de discriminación ($\lambda = 0$), provocando una alta tasa de fallos ($\lambda = 1.383$). En consecuencia, pudo concluirse que S5 fue un sujeto con una realización de alta sensibilidad y poca eficacia diagnóstica debido a la desviación del criterio de decisión, excesivamente conservador.

En cuanto a S6, la estimación combinada de sensibilidad y criterio de decisión permitió observar cómo, a diferencia de S5, el umbral crítico de decisión fue situado más cercano al punto de equilibrio, en cualquier caso, menor a S5 tanto en el proceso de discriminación de la contingencia como en la diferenciación de las distribuciones de la señal (respectivamente, $0.79 < 1.00$; $0.502 < 1.383$). En suma, S6 mostró menor sensibilidad a la variación marginal de la contingencia

y poca eficacia en la discriminación de la fuerza asociativa fuerte respecto a la débil.

7.4.6.2. Análisis comparativo intersujetos. Perfiles de respuesta a la presencia/ausencia de la señal.

Profundizando más en detalle en los resultados descritos anteriormente, se procedió a estimar la representación gráfica de las distribuciones para el ruido y la señal+ruido de cada participante, teniendo en cuenta los parámetros y

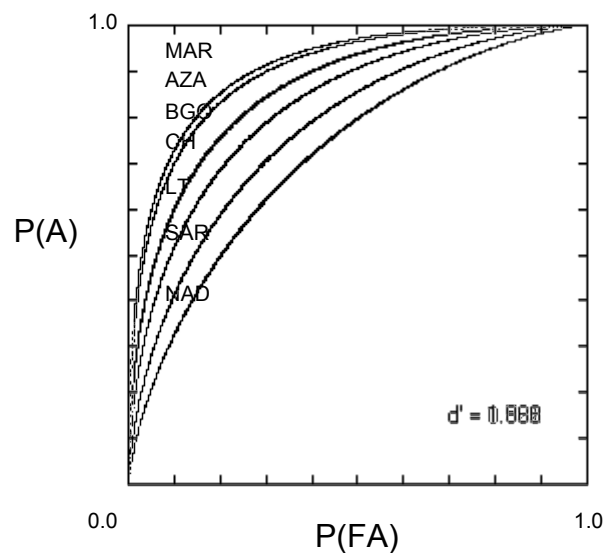


Figura 68. . Experimento 3. Representación combinada de las curvas características de recepción del operador (ROC) para los individuos de la muestra seleccionada. El orden de los códigos expresa la progresión descendente en las sensibilidades observadas.

valores asignados correspondientes a cada caso. Ello ofreció un marco de interpretación comparativo más directo de la realización de los sujeto. Para ello, se definieron las funciones de distribución normales (Gauss) para cada patrón de respuesta, en el supuesto previo estimado de normalidad e igualdad de varianzas. En su forma más simple, una distribución normal puede ser descrita en términos de la ecuación:

$$f(x) = a * e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

donde μ y σ se corresponden, respectivamente, con la media y desviación típica de la función de distribución, y a es una constante equivalente a la altura de la distribución; en la consideración de una función de densidad de probabilidad, la constante a toma el valor

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$$

Para la realización del estudio comparativo se implementó en lenguaje *Pascal* la función *gaussiana* y se aplicó a través del programa *Pro Fit*. El código fuente creado a tal efecto fue:

```
function GAUSSFINAL(med, desv);
begin
y:=(1/desv*Sqrt(2*pi))*(exp((-1/2)*((x-med)/desv)^2));
end;
```

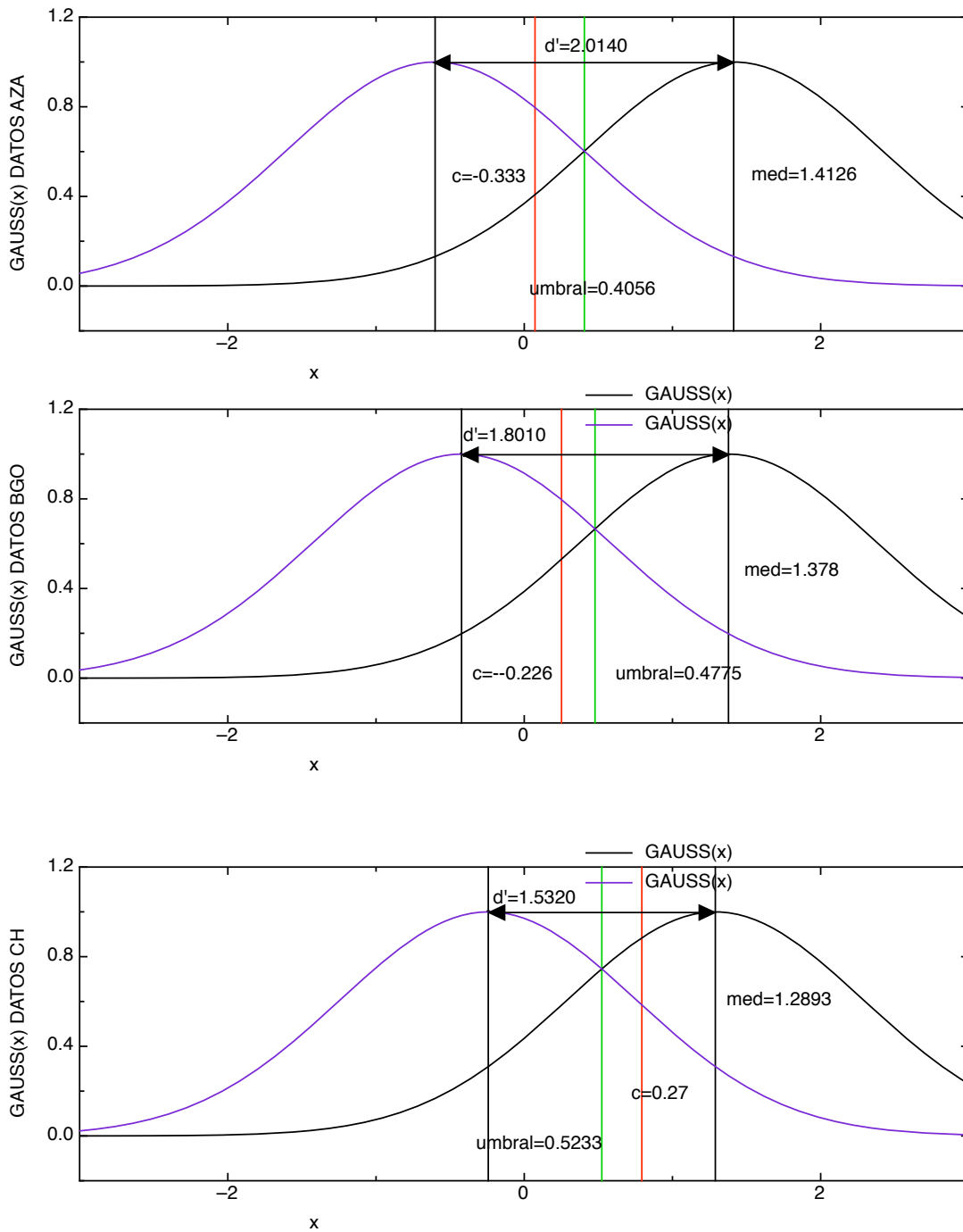
Como valores de entrada de la función se utilizaron los estimadores individuales de sensibilidad, criterio de decisión, desviaciones típicas y varianzas respecto a las distribuciones comparativas del ruido (patrón asociativo débil) y ruido+señal (patrón asociativo fuerte). Al efecto del propósito en este punto la desviación típica de las distribuciones fue considerada como parámetro de ajuste, con lo que quedó definida también su altura, en el supuesto de distribuciones normales estándar.

Tabla 75. Experimento 3. Valores utilizados en el algoritmo de implementación gráfica de representación del proceso de decisión, en el contraste entre sujetos. Las columnas representan el valor de μ (parámetro "loc" de la función psicométrica de ajuste), σ_μ , su desviación típica; σ_F^2 , varianza de la distribución; d' , parámetro de sensibilidad; $\sigma_{d'}$, su desviación típica; valor normalizado de d' ; c , criterio de decisión.

		umbral	d'	d'/2	media 1	desv tip	media2	crit direct	critgraph
S1	AZA	0,4056	2,0140	1,007	1,4126	0,223	-0,6014	-0,333	0,0726
S2	BGO	0,4775	1,8010	0,9005	1,378	0,209	-0,4230	-0,226	0,2515
S3	CH	0,5233	1,5320	0,766	1,2893	0,202	-0,2427	0,27	0,7933
S4	LT	0,5525	1,3220	0,661	1,2135	0,192	-0,1085	0,078	0,6305
S5	MAR	0,9962	1,8860	0,943	1,9392	0,395	0,0532	1,3830	2,3792
S6	NAD	0,7947	0,9040	0,452	1,2467	0,194	0,3427	0,502	1,2967
S7	SAR	0,2708	1,0600	0,53	0,8008	0,187	-0,2592	-0,145	0,1258

Así dispuestos los datos, se realizaron las correspondientes estimaciones gráficas para ambas distribuciones, tomando como referencia de ajuste (convencional, como valor sobre el eje x a partir del origen de coordenadas) el valor $\hat{\mu}_F$ de la media de la distribución de la señal, el resultado del ajuste de la función psicométrica para cada sujeto en cuestión (valor del parámetro *loc*, equivalente a μ). A partir de él, se estimó el valor medio de la distribución del ruido (intensidad débil de la fuerza asociativa), descontando al valor de $\hat{\mu}_F$ el del parámetro de sensibilidad, d' en su puntuación directa, esto es, multiplicado por su desviación típica. Por último, se definió el punto del criterio de decisión, c , a partir del valor de x en el que se cortaban ambas distribuciones, sumado para las valencias positivas

del criterio o descontado para las valencias negativas. Con todo, el resultado gráfico obtenido para cada individuo fue el siguiente:



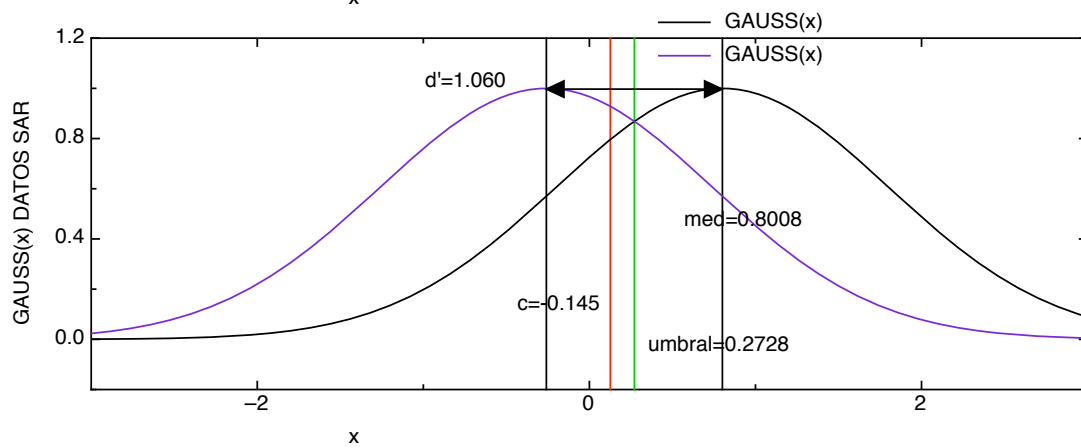
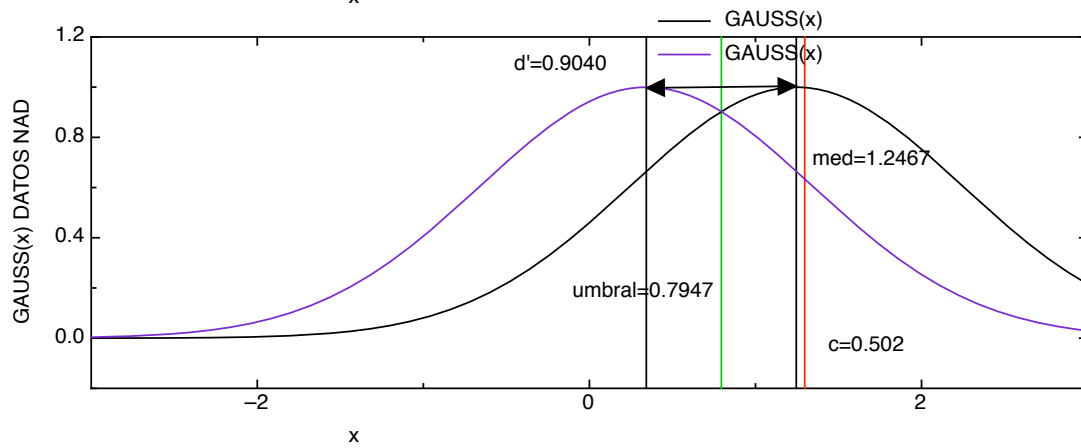
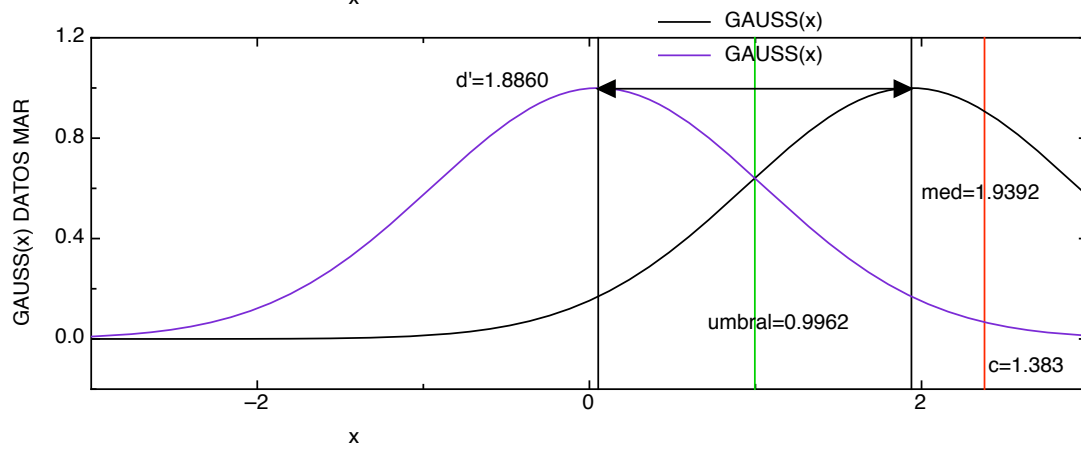
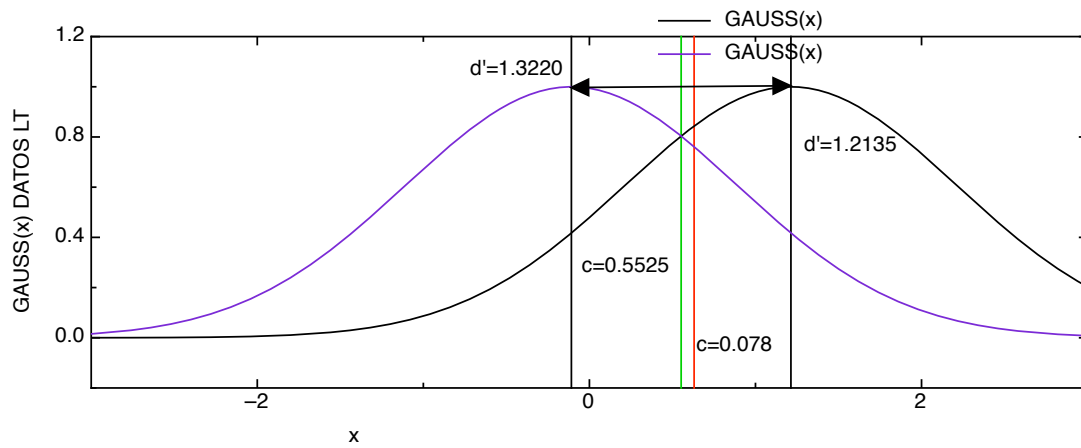


Figura 69 (página anterior). Experimento 3. Representación de perfiles de sensibilidad y criterio de decisión en la tarea de juicio de decisión sobre fuerza asociativa. Modelos de Teoría de Detección de la Señal.

En línea con la argumentación interpretativa general, los patrones de detección permitieron diferenciar al grupo experimental en tres subtipos, *liberal*, *neutro* y *conservador*.

En el conjunto de representaciones gráficas, los sujetos S1 ($A=91$; $FA=25$), S2 ($A=87$; $FA=25$) y S7 ($A=75$; $FA=35$) presentaron un valor de criterio negativo, situado a la izquierda del punto de simetría de ambas gráficas ($c=0$), lo que representa un comportamiento *liberal* en la decisión, con un mayor predominio de falsas alarmas que de fallos. Estos sujetos muestran una mayor tendencia a responder con un juicio asociativo “fuerte”, manifestando un sesgo de decisión respecto al criterio de neutralidad. Este tipo de conductas incrementan el número de respuestas afirmativas (aciertos) sobre la señal pero, con ello, también el número de falsas alarmas. Adicionalmente, como reflejan las proporciones de aciertos y falsas alarmas de los tres sujetos de este subgrupo, S7 mostró una menor sensibilidad hacia la discriminación de la señal, algo que reflejó una menor efectividad en la tasa de aciertos y un incremento en la tasa de falsas alarmas.

Por su parte, los resultados obtenidos por S4, LT, mostraron una mayor equidad en el proceso de detección, situando su criterio de decisión muy próximo al punto de equilibrio ($c=0.078$), lo que implica una aproximación hacia el equilibrio entre la tasa de falsas alarmas y la tasa de fallos. Tanto una como otra fueron significativas en términos de la baja sensibilidad mostrada a la discriminación de la señal, respecto al conjunto de los datos obtenidos ($d'=1.3220$). Podríamos decir, como conclusión, que su conducta de juicio se aproximó al óptimo diagnóstico en su capacidad de decisión, dada su sensibilidad a la discriminación de la señal.

Los anteriores análisis realizados pusieron de manifiesto la existencia de un tercer grupo de resultados caracterizado por una respuesta menos pronunciada, en términos de respuesta psicométrica y representado, en particular, por los sujetos S5 y S6. Las curvas ROC de ambos participantes mostraron, no obstante, una diferencia significativa en el valor del parámetro de sensibilidad. Mientras S5 (MAR) mostró el nivel alto respecto al grupo ($d'=1.886$), S6 (NAD) obtuvo el menor valor ($d'=0.904$) respecto al grupo. La representación gráfica para ambos sujetos muestra de manera combinada los efectos de sensibilidad y criterio de decisión. Observamos cómo en ambos casos el criterio aparece significativamente desplazado hacia la derecha del punto de simetría de ambas distribuciones (S5: $c=1.383$; S6: $c=0.502$), lo que supone la presencia en el patrón de respuestas de patrones claramente *conservadores* en la decisión, caracterizados por una menor tendencia a la respuesta positiva (en este caso, a responder “fuerte” como juicio subjetivo sobre la característica de la fuerza asociativa entre la señal y la recompensa). En general, este tipo de conductas conllevan una mayor tasa de rechazos correctos pero también una mayor tasa de errores, generando patrones de

realización subóptimos con dificultad para la decisión sobre una valoración diagnóstica positiva. En particular, los resultados directos observados constataron este hecho. En efecto, las tasas conjuntas obtenidas para ambos participantes superaron a las del resto del grupo (S5: F/RC=67/99; S6: F/RC=52/83). A partir de ellos, podemos obtener sus respectivos *coeficientes de especificidad* (fracción de verdaderos negativos o probabilidad de obtener un resultado acertado categorizado como débil) mediante la fórmula simple:

$$esp = \frac{T_{RC}}{T_{RC} + T_F}$$

siendo T_{RC} la tasa de rechazos correctos y T_F la de fallos. Los valores así obtenidos fueron de $esp_{S5} = 0.596$ y $esp_{S6} = 0.614$, datos inferiores en proporción al grupo liberal (Tabla 76) y a la estimación obtenida para S4, sujeto con perfil neutro en la decisión.

Tabla 76. Coeficientes de especificidad y sensibilidad correspondientes a los participantes del experimento.

Sujeto	Código	Int confi 95%				especificidad	sensibilidad
1	AZA	0,71	0,86	0,83	0,96	0,89285714	0,78448276
2	BGO	0,7	0,85	0,78	0,93	0,85227273	0,77678571
3	CH	0,74	0,9	0,65	0,81	0,73275862	0,82142857
4	LT	0,67	0,84	0,65	0,82	0,73333333	0,75789474
5	MAR	0,91	1,03	0,52	0,67	0,59638554	0,97058824
6	NAD	0,63	0,85	0,53	0,7	0,61481481	0,73846154
7	SAR	0,66	0,83	0,64	0,8	0,72222222	0,68181818

De los dos sujetos catalogados como conservadores, la gráfica mostrada por S6 (NAD) mereció una atención adicional. Como puede verse, la varianza de la distribución fue significativamente menor que en los demás casos y, en particular, que S5. Este hecho, junto con la baja sensibilidad mostrada representó un patrón de aprendizaje claramente subóptimo, especialmente en los niveles altos de contingencia programada, donde no se alcanzaron los niveles de acierto esperados en relación al resto del grupo (ver gráficas de ajuste, Figura 69).

En los primeros momentos del análisis interpretativo realizado a lo largo de este experimento, observamos el comportamiento de la decisión en forma del juicio de apuesta realizado por los participantes en la prueba. Pudimos observar como, en general, todos los sujetos estudiados mostraron una tendencia significativa a incrementar el volumen de apuesta en los tramos de alta contingencia, especialmente lo últimos de la escala de niveles programados, a excepción de S6. Así, al observar de manera combinada ambas variables pudo constatare cómo S6 (mostrado en color rojo en el gráfico N) tuvo un comportamiento diferente al general, con un perfil

descendente a lo largo de todos los niveles de contingencia, a excepción del último. Es oportuno recordar que el nivel 10 representa un valor $D_p=1.0$. Es aquí donde la contingencia programada se diferencia claramente del posible efecto base de la densidad de reforzamiento, clarificando, en términos formales de estímulo, la situación de incertidumbre previa. En definitiva, constatamos a lo largo de la exploración y análisis particulares cómo S6 tuvo mayores dificultades para discriminar entre señales, dada su baja sensibilidad a la programación estimular programada en términos de contingencia. Esto, junto con la existencia a nivel particular de sesgos de respuesta claramente conservadores pareció inhibir la aparición de patrones de riesgo en la decisión, patrones que se expresarían en términos de resultados sobre juicio de apuesta. S5, a diferencia de los demás participantes, sólo expresó un incremento de apuesta en el nivel de certidumbre máxima, una vez controlado subjetivamente el efecto provocado por la contingencia programada.

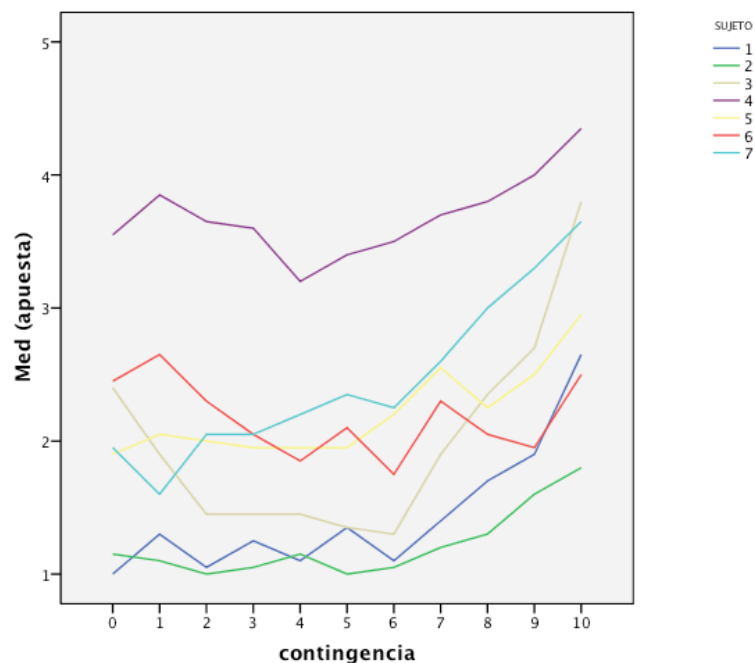


Figura 70. Perfiles de apuesta individual en función de la variación del patrón de contingencia programada.

7.5. Discusión.

Los resultados obtenidos constataron la presencia de factores subjetivos en la decisión de juicio asociativo. El diseño formal del experimento contemplaba un incremento lineal de la contingencia programada, mediante la manipulación de las tasas de emparejamiento entre clave y recompensa, a lo largo de los bloques de ensayos continuados dispuestos al efecto. Desde un plano racional, un patrón que optimizase el beneficio general a través de las sucesivas etapas del procedimiento, sería todo aquel que arrojarase un resultado equivalente al

diseñado, es decir, cuyo criterio de decisión coincidiese con el valor de $D_p=0.5$ y, en este punto, la $p(R_f)=0.5$. En esta situación, un sujeto sería aparentemente capaz de diferenciar la señal del ruido, en términos de la TDS, con un nivel máximo de eficacia.

Por una razón confluyente con la anterior, la maximización del beneficio supondría generar un patrón de decisión de alta sensibilidad. En este sentido, teniendo en cuenta la estructura gráfica de nuestro experimento, una pendiente significativa en el entorno próximo a $D_p=0.5$ pondría de manifiesto una situación de alta eficacia diagnóstica. De acuerdo con los supuestos previos expresados en esta tesis, cuanto más cercana gráficamente estuviese la función representada a la función escalonada en el punto medio de la variación de la contingencia, mayor sería la sensibilidad del sujeto a la presencia de la señal respecto al entorno.

Sin embargo, los datos de análisis reflejaron con claridad un alejamiento singular respecto a lo racionalmente esperado, algo que puede observarse tanto en las formas gráficas representadas como en los resultados de los parámetros de sensibilidad y criterio de decisión para cada participante (***¡Error!No se encuentra el origen de la referencia.***).

Un segundo elemento a considerar fue la variabilidad en la forma de la función de distribución acumulada de cada sujeto. Asumiendo el requisito de normalidad para todas las distribuciones observadas, las diferencias entre los participantes permitieron constatar diferencias tanto en el establecimiento del criterio de decisión como en el nivel de sensibilidad sobre la fuerza asociativa. Trataremos a continuación este hecho en mayor detalle.

La realización del experimento sugiere en el participante un modelo de representación progresivo sobre lo que está ocurriendo a lo largo, tanto del tiempo como variable, como del procedimiento experimental. Como se apuntó en la introducción de este experimento, la relación del individuo con el entorno establece un marco representacional adecuado para el establecimiento de juicios subjetivos de decisión. Este carácter de subjetividad puede estar, por tanto, determinado, por sesgos o variables de entorno (físico y temporal), así como por sesgos y variables de sujeto (experiencia y actitud, entre otras posibles), dando lugar necesariamente a la consideración de dos fuentes de variabilidad.

En relación con esta primera fuente de variabilidad, se constató, por un lado, que la contingencia afecta significativamente a la capacidad de establecimiento de juicio asociativo de los sujetos. En efecto, en todos los casos observados apareció un incremento en la tasa de respuestas positivas (respuestas de asociación fuerte) a lo largo del procedimiento, si bien, la sensibilidad interindividual arrojó patrones claramente diferentes. Así, por ejemplo, la diferencia marginal para el valor de σ se estableció entre el nivel mínimo representado por el sujeto 7 (SAR), $\sigma=0.35$ (máxima sensibilidad), y el de S5 (MAR), con $\sigma=1.27$ (mínima sensibilidad).

La sensibilidad y el criterio de decisión son dos factores mutuamente independientes. Sin embargo, en el caso del grupo de sujetos estudiados se puso de manifiesto cómo en la decisión sobre el valor asociativo a lo largo de la experiencia contingente, la combinación de ambas originaba perfiles de acción, en la decisión, diferentes. Los sujetos se clasificaron, siguiendo el algoritmo de definición de perfiles planteado en el experimento, en tres categorías diferenciadas: conservadores, neutros y liberales. Tal clasificación aparece determinada en términos del posicionamiento del criterio de decisión respecto a las distribuciones de probabilidad.

No obstante, la combinación interpretativa del posicionamiento del criterio de decisión con el análisis del parámetro de sensibilidad ofreció una representación individual del rendimiento de cada sujeto a lo largo de la prueba. De este modo, los sujetos menos sensibles manifestaron mayores dificultades en la discriminación de las señales presentadas a lo largo de la contingencia. De entre ellos, los más conservadores tardaron más, en términos de la sucesión de niveles de contingencia programada, en producir el cambio esperado en el juicio asociativo, de la señal débil a la señal fuerte, algo que pudo observarse en la modelización experimental realizada a través del ajuste psicométrico de la función de reconocimiento.

Junto con el criterio de decisión y el grado de sensibilidad individual a las condiciones del experimento, se estudió la decisión en términos de respuesta a niveles diferenciales de incertidumbre percibida. Como variable dependiente se consideró, en esta ocasión, el valor de apuesta estimada por cada sujeto participante.

La interpretación del grado de incertidumbre percibida fue estimada a través de la variabilidad en la decisión del juicio de apuesta emitido por los sujetos en el experimento, esto es, la varianza de las distribuciones que representan las decisiones emitidas por bloque y condición experimentales. Las estimaciones en base a la varianza han permitido observar experimentalmente un comportamiento gráfico de nivel cuadrático.

Los resultados obtenidos en el experimento 3 pusieron de manifiesto un comportamiento particular de la gráfica de la función cuadrática del juicio de apuesta, constatándose un incremento de la cantidad apostada coincidente con un decremento de la varianza en la decisión significativo en los niveles más altos de la contingencia programada. Este efecto no fue observado en el polo inferior. Cuando la contingencia se aproximada al nivel nulo, punto de máxima certeza al igual que la contingencia total, los sujetos no manifestaron un incremento significativo en la intensidad de la apuesta.

La investigación previa sobre juicio en situaciones de incertidumbre ha sugerido cómo la decisión humana se ve afectada a menudo por interferencias de procesamiento mental que actúan a modo de heurísticos de juicio sobre la misma (Kahneman, et al., 1982), unas veces con mayor efectividad que otras. Tanto la gestión cognitiva de la probabilidad de los sucesos como de su frecuencia han sido elementos contemplados de manera a veces controvertida en la determinación del componente de subjetividad en el modo en que las

personas establecen juicios predictivos (Brandstatter, et al., 2008; Gigerenzer & Hoffrage, 1995b; Gigerenzer, et al., 2008; Gigerenzer, Hoffrage, & Kleinbolting, 1991; Kahneman & Tversky, 1996). Entre los diferentes tipos de sesgos propuestos (Kahneman & Tversky, 1979a), la representación de la tasa base con que un evento es presentado en una situación experimental puede influir, bajo determinadas condiciones, en el modelo de decisión presentado por el sujeto (Vadillo, et al., 2005).

El efecto de densidad observado podría ser interpretado como un sesgo debido al modo en que los humanos procesan la información probabilística e inferencial, en sus razonamientos acerca de la concurrencia de sucesos. Así, la forma en que los sujetos integran, por ejemplo, la tasa base en sus análisis interpretativos puede estar influido por la manera en que se le presentan las instrucciones en la tarea experimental. Esta es la base conceptual del *sesgo de rechazo de tasa base*, según el cuál, los sujetos tienden a sobrestimar la probabilidad de aparición de un suceso cuando la información base ofrecida se presenta como un evento singular representativo (p. ej., probabilidad de padecer cáncer de pulmón); sin embargo, cuando esa misma información se presentaba en sus frecuencias relativas, los sujetos parecían integrar con mayor facilidad la información expresada en la *tasa base* suministrada (Crump, et al., 2007; Gigerenzer & Hoffrage, 1995b; Kahneman & Tversky, 1996).

Teniendo en cuenta el planteamiento anterior, la presentación de la contingencia en tareas experimentales ha sido programada en diversos formatos. En ocasiones, el modo de presentación no se ha centrado en su singularidad, sino que ha permitido generar progresivamente las representaciones subjetivas en el individuo a medida en que éste participaba en el propio experimento (L.G. Allan & Jenkins, 1983), o bien, focalizando la tarea en el carácter sumativo de la representación contingente, de manera que era necesario integrar progresivamente la información a medida que transcurría la interacción (Kao & Wasserman, 1993).

La superposición de efectos de contingencia y densidad ha dado lugar a líneas de investigación tendentes a diferenciar su influencia respecto a los juicios de decisión humanos. En condiciones de control sobre la contingencia, la variación de la densidad de reforzamiento produce efectos de respuesta debidos a la densidad de reforzamiento (L.G. Allan, et al., 2005), en tareas de juicio predictivo, si bien, dichos efectos parecen ser un sesgo de respuesta que influye en la tendencia del sujeto a responder positivamente a la presencia de una señal y no sobre la sensibilidad del sujeto en la discriminación de la contingencia. Este hecho pareció relevante en relación con nuestros resultados, de tal modo que la densidad de reforzamiento parece estar implicada en la tendencia a modificar la localización del *criterio de decisión* en lugar de afectar al nivel de sensibilidad del sujeto (d'). Con esta referencia, podemos postular que los resultados hallados en los sujetos de la muestra experimental podrían presentar sesgos de respuesta que influyen en el criterio de decisión debidos al efecto de densidad controlado experimentalmente y situado en un valor de 0.5. Estudios futuros deberán realizarse, a modo de contraste, sobre diseños experimentales en los que el nivel de control sobre la densidad de reforzamiento sea diferente, mayor o menor de 0.5.

Otros autores han señalado a la saliencia contextual como un factor relevante a la hora de estimar los resultados de la acción de juicio subjetivo (Vallée-Tourangeau, Murphy, & Baker, 1998). Cuando la saliencia del contexto es alta, los sujetos aproximan su conducta de respuesta al valor de la contingencia programada, Δp , mientras que en el caso contrario, cuando la saliencia contextual es baja, la aproximación de respuesta se ve guiada por la densidad de reforzamiento (Chapman & Robbins, 1990). El incremento en la tasa de respuesta sobre la presencia de la señal que muestran los sujetos en función de la saliencia contextual (variación en la densidad de reforzamiento) parece estar relacionada con el efecto de *realismo depresivo* presente en los sujetos con cuadros clínicos de depresión (L.G. Allan, et al., 2008). En estos grupos estudiados, las tasas de respuesta sobre la variación de la densidad permanecen estables, al igual que lo hace la respuesta sobre la contingencia, induciendo la presencia de patrones racionalmente más eficientes de respuesta, "*tristes pero inteligentes*" (L. Alloy & Abrahamson, 1988). Con ello, la variación de los patrones de decisión, en base al establecimiento del criterio y el análisis combinado junto a la sensibilidad en la discriminación y la varianza de respuesta podrían estar en la base de mecanismos futuros de diagnóstico de conducta sobre juicio de decisión humano.

En conclusión, los resultados observados a lo largo del experimento realizado pusieron de manifiesto la existencia de comportamientos de los datos diferenciados en función del progreso de la contingencia, en términos de lo esperado inicialmente, esto es una aproximación del patrón de juicio al patrón de contingencia programada. Por el contrario, el análisis de la relación entre la incertidumbre y el grado de confianza expresado a través de la apuesta individual como variable dependiente, sugirió la consideración conjunta e independiente de la contingencia y la densidad de reforzamiento como base para la representación subjetiva de la incertidumbre, de tal modo que se constató la presencia de un sesgo de respuesta, sobre la apuesta, en situaciones de máxima certidumbre correspondientes a los valores de Δp nulos. Este sesgo pareció inhibir la seguridad del sujeto sobre la valoración realizada y, por tanto, su capacidad para realizar apuestas cuyo valor fuese comparativo respecto al nivel de máxima contingencia, $\Delta p=1$.

8. CONCLUSIONES GENERALES

En el apartado final de esta tesis se repasan, de manera sintética, los principales hallazgos. Su objeto es facilitar una visión integradora del trabajo realizado.

1. Efectos locales de reforzamiento sobre la conducta humana.

El análisis e interpretación de los resultados del experimento inicial pusieron de manifiesto una relación significativa entre la ocurrencia de recompensas inesperadas y la modificación del patrón de respuestas del participante a lo largo de la prueba. En particular, los cambios producidos en la conducta de respuesta obedecieron a la presentación inesperada de recompensas sobre la alternativa de reforzamiento, en cada una de las dos cadenas, de alta y baja densidad, que contenía el procedimiento empleado. Se consideró como alternativa principal de respuesta aquella que se ajustaba al patrón óptimo programado. Éste, a su vez, se definía en relación a la distribución del reforzamiento a lo largo de los ensayos del bloque. De esta manera, la respuesta negativa se constituía como alternativa principal en la cadena de baja densidad de reforzamiento, mientras que la respuesta positiva lo era para la cadena de alta densidad. La presencia circunstancial de recompensas sobre la alternativa de reforzamiento dio lugar a modificaciones en el patrón de respuesta. Tales situaciones fueron denominadas, a efectos de diseño y análisis, como efectos paradójicos en el procedimiento experimental. Los efectos paradójicos observados provocaron una disminución de tasa de respuesta sobre la tecla afirmativa en el caso de la cadena de alta densidad, mientras que se constató un incremento de tasa de respuesta sobre la presión positiva para la cadena de alta densidad.

2. Efectos locales de reforzamiento sobre la representación de la contingencia.

La ocurrencia de reforzadores locales inesperados de alta magnitud (+25) en la cadena de ensayos de baja densidad provocó, junto con la modificación del patrón de repuestas, un cambio representacional de la contingencia de reforzamiento a lo largo del proceso de decisión. El análisis realizado, mediante la exploración del valor observado en la regla Δp permitió observar incrementos en la tasa tanto de fallos como de falsas alarmas debido a la exploración local por parte de los participantes de los indicios predictores de recompensa. Esta

modificación del patrón de respuestas llevó emparejada, adicionalmente, una valencia diferencial respecto a la interpretación subjetiva para cada una de las cadenas de reforzamiento. Así, en el caso de la cadena de baja densidad, la presencia local de reforzadores de alta magnitud provocó la búsqueda de nuevos ejemplares a lo largo del procedimiento, motivada por el incremento de fuerza asociativa entre la imagen y la alternativa de reforzamiento. Este hecho desvió el patrón realizado del patrón programado de respuesta, provocando el cambio representacional a nivel global. Por su parte, la presencia de efectos paradójicos sobre la alternativa de reforzamiento en la cadena de alta densidad favoreció el incremento de la incertidumbre representacional respecto a la magnitud económica (devolución de recompensa de magnitud 0), al tiempo que se ofrecía, de manera concurrente, un reforzador local de tipo verbal, indicando la corrección en la elección. Esta circunstancia, sin embargo, ofreció resultados similares a los descritos para la cadena de baja densidad, provocando un sesgo de repuesta que alejaba el patrón realizado del programado, con la consiguiente modificación del patrón representacional de la contingencia.

Tomadas en conjunto, las dos situaciones anteriores permitieron concluir que:

- a) la presentación de efectos de reforzamiento local inesperado influyen en la representación global del individuo respecto a la contingencia. Esta influencia se manifiesta en forma de alejamiento del patrón de respuesta sobre la alternativa del patrón esperado en términos de diseño experimental.
- b) Los efectos observados de cambio representacional de la contingencia se producen de igual manera tanto para el caso en que la decisión predictiva es guiada por un reforzador económico (caso de la cadena de baja densidad) como por un reforzador de carácter social (caso de la cadena de alta densidad).
- c) Los cambios de representación de la contingencia inhiben la capacidad de aprendizaje de los sujetos a lo largo de la prueba experimental, debido a las ocurrencias circunstanciales y condicionadas por la probabilidad de presentación de reforzamiento a nivel local –de ensayo– para cada una de las dos cadenas. Esta situación se reflejó en los participantes del experimento a lo largo de los tres niveles posibles de representación diseñados (niveles 0, 1 y 2 de contingencia).

3. La dinámica de decisiones sucesivas en un diseño experimental de cadenas concurrentes provoca cambios en la percepción de los estímulos visuales presentados.

Estos cambios fueron estudiados a través del análisis del índice de agrado, un juicio de preferencia inter-estimular emitido por los sujetos participantes en las fases previa y posterior al experimento. Los resultados constataron la presencia de diferencias significativas en el

agrado respecto a los estímulos implicados en la prueba en la fase final, una vez que la habían realizado. La interpretación sugirió que los efectos de reforzamiento local incidieron en la representación global de la situación por parte del sujeto y que ésta contenía elementos de valoración diferencial de los indicios configurales de estímulo y su relación con el patrón de contingencia observado durante el procedimiento.

4. La densidad de reforzamiento incide en la conducta humana modificando el patrón de respuestas de los sujetos

En este caso, los efectos fueron observados a través de un diseño de aprendizaje causal, de presentación secuencial de estímulos en cadenas concurrentes. Al variar la tasa de reforzamiento a lo largo del bloque de ensayos lo hacía la tasa de respuestas voluntariamente emitidas por el sujeto. Este incremento fue directamente proporcional para los casos de contingencia alta y contingencia neutra. En estos casos, un incremento de la densidad de reforzamiento provocó un incremento significativo en la tasa de respuestas. En el caso del nivel de contingencia negativa, el patrón de resultados no siguió esta tendencia, siendo mayor la tasa de respuestas en las condiciones de densidad media que en las condiciones de densidad alta.

5. La densidad de reforzamiento incide en la conducta de juicio causal (contingente) humano.

De manera similar a la situación experimental descrita anteriormente, los resultados del análisis realizado en el experimento 2 de la tesis evidenciaron cambios en la valoración del juicio causal en relación a la variación de la densidad de reforzamiento. En este caso, en las condiciones de densidad neutra y densidad negativa, el patrón observado de valoración causal siguió una tendencia paralela al decremento de la densidad, esto es, los juicios valorativos mostraron un decaimiento de valor conforme se redujo la densidad de reforzamiento. Sin embargo, en el nivel de contingencia positiva se produjo un perfil de respuesta similar al presentado en el nivel de contingencia negativa para el patrón de respuesta. En este caso, la valoración de juicio causal en condiciones de densidad media superó en promedio a la valoración otorgada en las condiciones de densidad alta.

6. La variación de la contingencia de reforzamiento produce cambios en la representación de juicio causal de los sujetos.

En el experimento 3 de la tesis se empleó un diseño de flujo de ensayos sucesivos con emisión de juicio contingente tras cada bloque experimental. Las medidas de la variable dependiente, tomadas mediante el análisis del parámetro Δp concluyeron de manera significativa que el cambio en la distribución de reforzamiento a lo largo del procedimiento producía la modificación del juicio contingente humano. A mayor contingencia programada, mayor valoración subjetiva, mientras que a menor contingencia, menor valoración subjetiva.

7. La incertidumbre decisional se manifiesta en función de la varianza decisional.

La incertidumbre se refleja en el grado de dispersión de respuestas que tiene lugar en cada una de las distribuciones debidas a los niveles de contingencia programados. Los valores mínimos de incertidumbre – máxima certidumbre- se corresponden con los niveles extremos de contingencia programada, mientras que el valor de incertidumbre máximo se corresponde con los niveles intermedios de contingencia programada –contingencia neutra-. En éste último caso, la varianza representacional de la distribución muestra el valor máximo de varianza estadística.

8. Las diferencias de conducta respecto al cambio representacional de la contingencia de reforzamiento se explican por los cambios en la sensibilidad a la señal en una distribución señal+ruido.

En el marco de la Teoría de Detección de la Señal, la sensibilidad subjetiva se caracteriza por la capacidad de reconocimiento humano de la señal frente al combinado señal+ruido. Su representación gráfica sigue una función sigmoidea, cuya pendiente establece la capacidad individual para reconocer con exactitud la presencia de la señal.

9. Los sujetos se diferencian por su tendencia a decidir en función del riesgo asumido.

En estos términos, los resultados hallados en el experimento 3 permitieron clasificar a los participantes en liberales y conservadores.

Los sujetos liberales se caracterizaron por su aceptación del riesgo y su patrón de respuestas manifiesta un mayor número de falsas alarmas que de fallos, al tiempo que consiguen una mayor tasa de aciertos. Por su parte, el patrón de decisión conservador se caracterizó por una menor incidencia de respuestas positivas, con el incremento del número de rechazos correctos a la vez que aumentó también la tasa de errores.

10. **La contingencia de reforzamiento influye en el juicio de apuesta subjetivo.**

En relación a la capacidad de apuesta mostrada por los sujetos durante el experimento 3 se observó una tendencia de respuesta cuya representación gráfica a través de las distintas distribuciones de contingencia programada siguió una función análoga a la de la incertidumbre debida a la varianza estadística. En los bloques en los que la contingencia se aproximó a su valor neutro, la magnitud de la apuesta fue significativamente menor, mientras que en los bloques cuya contingencia programada mostraba una mayor certidumbre, la magnitud de apuesta fue mayor. Adicionalmente, los resultados obtenidos mostraron un comportamiento diferencial para los extremos de contingencia positiva y negativa, siendo mayores los valores de magnitud de la apuesta en los primeros que en los segundos, hecho que fue interpretado en términos de la mayor confianza en la apuesta respecto a la contingencia de reforzamiento positiva.

8.2. Perspectivas futuras de investigación.

Son numerosas las vías de trabajo que se abren a partir de un trabajo como el presentado. En primer lugar, la humildad en el tratamiento de los resultados con los que se presenta esta tesis hace necesario un trabajo de continuidad en la clarificación de aquellos aspectos que así lo requieren. En primer lugar, la variabilidad entre sujetos de las muestras experimentales requiere la reflexión necesaria sobre las posibles causas concurrentes. Los diseños experimentales de análisis de la contingencia en humanos y animales conlleva la simulación experimental de experiencias individuales de aprendizaje que requieren de un gran número de ensayos experimentales. El decaimiento de la capacidad atencional supone un elemento probable de interferencia que puede relacionarse con una parte de la variabilidad observada entre los sujetos de las muestras. Este hecho requiere la búsqueda de procedimientos que faciliten el control atencional a lo largo del proceso de decisión.

En relación con esta situación, son pocas las investigaciones que incorporan reforzadores de tipo económico real como elemento de juego. En este sentido, el estudio de la contingencia de reforzamiento en humanos aproxima un marco teórico de desarrollo muy interesante, relacionado con la capacidad humana para generar estrategias de juego a partir del control de la decisión individual frente a los cambios en la contingencia de reforzamiento. Cómo una persona

enfrenta una situación en la que se presenta información cuyos efectos paradójicos sesgan de manera aparentemente involuntaria, la decisión. Cuáles son los efectos posibles de la incorporación de nuevas claves y recompensas que conlleven la necesidad de un planteamiento autocontrolado y reflexivo frente a un planteamiento adictivo y ajeno al control subjetivo.

En una tercera vía, la estimación del riesgo individual frente a la decisión supone la exploración de nuevos diseños que pongan de manifiesto el modo en que las personas deciden y son sensibles a la variación de las condiciones estímulares del entorno, a través de la incorporación de claves que modifiquen de manera escalar la representación posible de la situación de decisión.

Por último, las investigaciones provenientes del campo de la neurociencia comprometen un futuro esperanzador y, sin duda, psicológicamente atractivo, en la exploración de la señal cerebral como variable dependiente en los diseños de juicio contingente humano.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- Aguiar, F. (2004). Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. *Empiria: Revista de metodología de las ciencias sociales*, 8, 139-160.
- Aitken, M. R., & Dickinson, A. (2005). Simulations of a modified SOP model applied to retrospective revaluation of human causal learning. *Learning and Behavior*, 33, 147-159.
- Allais, M. (1953). Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école américaine. *Econometrica*, 21(4), 503-546.
- Allan, L. G. (1993). Human contingency judgments: Rule based or associative? *Psychological Bulletin*, 114, 435-448.
- Allan, L. G. (2003). Assessing Power PC. *Learning and Behavior*, 32(192-204).
- Allan, L. G., & Hannah, S. D. (2009). Applying signal detection theory to contingency assessment. *Comparative Cognition and Behavior Reviews*, 4, 116-134.
- Allan, L. G., Hannah, S. D., Crump, M. J. C., & Siegel, S. (2006). Detecting contingencies is like detecting signals *Proceedings of the 22nd annual meeting of the International Society for Psychophysics* (pp. 57-68). St. Albans: D. E. Kornbrot, R. M. Msetfi, & A. W. MacRae (Eds.).
- Allan, L. G., Hannah, S. D., Crump, M. J. C., & Siegel, S. (2008). The Psychophysics of Contingency Assessment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(2), 226-243.
- Allan, L. G., & Jenkins, H. M. (1980). The judgment of contingency and the nature of the response alternatives. *Canadian Journal of Psychology*(34), 1-11.
- Allan, L. G., & Jenkins, H. M. (1983). The effect of the representation of binary variables on judgment of influence. *Learning and Motivation*(14), 381-405.
- Allan, L. G., Siegel, S., & Hannah, S. (2007). The sad truth about depressive realism. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 482-495.
- Allan, L. G., Siegel, S., & J.M., T. (2005). A signal detection analysis of contingency data. *Learning & Behavior*, 33(2), 250-263.
- Alloy, L., & Abrahamson, L. (1988). "Depressive realism". In L. B. Alloy (Ed.), *Cognitive Processes in Depression* (pp. 441-485). New York: Guilford Press.
- Alloy, L. B., & Abramson, L. Y. (1979). Judgements of contingency in depressed and nondepressed students: Sadder but wiser? *Journal of Experimental Psychology : General*(108), 441-485.
- Anderson, M. (1998). Mental retardation, general intelligence, and modularity. *Learning and Individual Differences*, 10, 159-178.
- Anderson, J. A., & Sheu, C.-F. (1995). Causal inferences as perceptual judgments. *Memory and Cognition*, 23, 510-524.
- Arcediano, F., & Matute, H. (1997). Blocking of Pavlovian conditioning in humans. *Learning and Motivation*, 28, 188-199.

- Arkes, H. R., & Blumer, C. (1985). The psychology of sunk cost. *Org. Behav. Hum. Decis. Process*, 35, 124-140.
- Arkes, H. R., Dawes, R. M., & Christensen, C. (1986). Factors influencing the use of decision rule in probabilistic task. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 37, 93-110.
- Arrow, K. (1965). *Aspects of the theory of risk bearing*. Helsinki: Yrjö Jahnssonin Saatio.
- Arrow, K. J., & Hurwicz, L. (1972). An optimally criterion for decision making under ignorance. In D. f. C. J. L. F. (Eds.) (Ed.), *Uncertainty and expectations in economics* (pp. 1-11). Oxford: Blackwell.
- Baetu, I. G., Baker, A. G., Darredeau, C., & Murphy, R. A. (2005). A comparative approach to cue competition with one and two strong predictors. *Learning & Behavior*, 33, 160-171.
- Baker, A. G., Berbrier, M. W., & Vallee-Tourangeau, F. (1989). Judgements of a 2 X 2 contingency table: Sequential processing and the learning curve. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, 41(1), 65-97.
- Baker, A. G., Mercier, P., Vallée-Tourangeau, F., Frank, R., & Pan, M. (1993). Selective associations and causality judgments: Presence of a strong causal factor may reduce judgments of weaker one. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 414-432.
- Baron, J., & Hersey, J. C. (1988). Heuristics and biases in diagnostic reasoning. I. Priors, error costs, and test accuracy. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 41, 300-329.
- Barron, G., & Erev, I. (2003). Small feedback based decisions and their limited correspondence to description based decisions. *Journal of Behavioral Decision Making*, 16, 215-233.
- Beckers, T., De Houwer, J., Pineño, O., & Miller, R. R. (2005). Outcome additivity and outcome maximality influence cue competition in human causal learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 31, 238-249.
- Beckers, T., Miller, R. R., De Houwer, J., & K., U. (2006). Reasoning rats: forward blocking in Pavlovian animal conditioning is sensitive to constraints of causal inference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135, 92-102.
- Beckers, T., Miller, R. R., De Houwer, J., & Urushihara, K. (2006). reasoning rats: Forward blocking in Pavlovian animal conditioning is sensitive to constraints of causal inference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135, 92-102.
- Beesley, T., & Le Pelley, M. E. (2010). The effect of predictive history on the learning of sub-sequence contingencies. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(1), 108-135.
- Bell, D., Raiffa, H., & Tversky, A. (1988). *Decision Making*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bell, D. E. (1982). Regret in decision making under uncertainty. *Oper. Res.*, 30(961-981).
- Bellebaum, C., & Daum, I. (2004). Effects of age and awareness on eyeblink conditional discrimination learning. *Behavioral Neuroscience*, 118, 1157-1165.

- Bermúdez, J. L. (2001). Normativity and rationality in delusional psychiatric disorders. *Mind and Language*, 16, 457-493.
- Bernartzi, S., & Thaler, R. H. (1995). Myopic loss aversion and the equity premium puzzle. *Quarterly Journal of Economics*, 110, 73-92.
- Bernatzi, S., & Thaler, R. H. (1995). Myopic Loss Aversion and the Equity Premium Puzzle. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(1), 73-92.
- Bernoulli, D. (1954). Exposition of a new theory on the measurement of risk. *Econometrica*, 22, 23-36.
- Bernstein, P. L. (1996). *Against the gods: The remarkable story of risk*: John Wiley & Sons (publ.).
- Berry, D. A., & Fristedt, B. (1985). *Bandit problems*, . London: Chapman & Hall/CRC.
- Birnbaum, M. H. (2008). New Paradoxes of Risky Decision Making. *Psychological Review*, 115(2), 463-501.
- Bitterman, M. E. (2006). Classical Conditioning Since Pavlov. *Review of General Psychology*, 10(4), 365-376.
- Blackmore, S. (1999). *The meme machine*. New York: Oxford University Press.
- Blackwell, H. R. (1963). Neural theories of simple visual discriminations. *Journal of the Optical Society of America*, 53, 129-160.
- Blought, D. S. (2004). Reaction time signatures of discrimination processes: Differential effects of stimulus similarity and incentive. *Learning & Behavior*, 32, 157-172.
- Booth, S. L., & Buener, M. J. (2007). Asymmetries in cue competition in forward and backward blocking designs: Further evidence for causal model theory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 387-399.
- Brandon, S. E., Vogel, E. H., & Wagner, A. R. (2003). Stimulus representation in SOP: I Theoretical rationalization and some implications. *Behavioural Processes*, 62, 5-25.
- Brandstatter, E., Gigerenzer, G., & Hertwig, R. (2008). Risky choice with heuristics: reply to Birnbaum (2008), Johnson, Schulte-Mecklenbeck, and Willemsen (2008), and Rieger and Wang (2008). *Psychol Rev*, 115(1), 281-290.
- Brewer, W. F. (1974). There is no convincing evidence for operant or classical conditioning in adult humans. In W. D. S. Palermo (Ed.), *Cognition and the symbolic processes* (pp. 1-42).
- Brown, P. L., & Jenkins, H. M. (1968). Auto-shaping in the pigeon's key-peck. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 11, 1-8.
- Buehner, M. J. (2001). Inducing causation: Covariation assessment and the assumption of causal power. In M. M. U. Oestermeier (Ed.), *Interdisciplinary perspectives on causation* (pp. 33-58). Norderstedt, Germany: Libri.
- Burgos, A. (2002). Learning to deal with risk; What does reinforcement learning tell us about risk attitudes? *Economics Bulletin*, 4, 1-13.
- Burnetas, A. N., & Katehakis, M. N. (1997). On the finite horizon one-armed bandit problem. *Stochastic Analysis and Applications*, 16, 845-859.
- Busemeyer, J. R., & Myung, I. J. (1992). An adaptive approach to human decision-making: Learning theory, decision theory, and human performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121(2), 177-194.

- Bush, R. R., & Mosteller, F. (1951). A mathematical model for simple learning. *Psychological Review*, 58, 313-323.
- Bush, R. R., & Mosteller, F. (1955). *Stochastic models for learning*. New York: Wiley.
- Cacioppo, J. T., & Petty, R. E. (1982). The need for cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 42, 116-131.
- Cacioppo, J. T., Petty, R. E., Feinstein, J., & Jarvis, W. (1996). Dispositional differences in cognitive motivation: The life times of individuals varying in need for cognition. *Psychological Bulletin*, 119, 197-253.
- Camerer, C., Babcock, L., Loewenstein, G., & Thaler, R. H. (1997). Labor supply of New York City cab drivers: one day at a time. *Quarterly Journal of Economics*, 11, 407-411.
- Camerer, C., & Hogarth, R. M. (1999). The effects financial incentives in experiments: a review and capital-labor-production framework. *Journal of Risk and Uncertainty*, 19, 7-42.
- Camerer, C., & Weber, M. (1992). Recent Developments in Modelling Preferences: Uncertainty and Ambiguity. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4).
- Cañabate, A. (1997). *Toma de decisiones. Análisis y entorno organizativo*. Barcelona: Ediciones UPC.
- Carruthers, P. (2002). The cognitive functions of language. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 657-726.
- Castellan, N. J. (1969). Effect of change of payoff in probability learning. *Journal of Experimental Psychology*, 79, 178-182.
- Catena, A., Maldonado, A., Megias, J. L., & Frese, B. (2002). Judgement frequency, belief revision, and serial processing of causal information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 267-281.
- Chapman, G. B., & Robbins, S. J. (1990). Cue interaction in human contingency judgment. *Memory & Cognition*, 18, 537-545.
- Chappell, J. (2006). Avian cognition: understanding tool use. *Current Biology*, 16, 244-245.
- Chatlosh, D. L., Neunaber, D. J., & Wasserman, E. A. (1985). Response-outcome contingency : Behavioral and judgmental effects of appetitive and aversive outcomes with college students. *Learning and Motivation*(16), 1-34.
- Cheng, P. W. (1997). From covariation to causation: A causal power theory. *Psychological Review*, 104, 367-405.
- Cheng, P. W., & Holyoak, K. J. (1995). Complex adaptive systems as intuitive statisticians: causality, contingency, and prediction *Comparative approaches to cognitive science* (pp. 271-302). Cambridge, MA: MIT Press.
- Cheng, P. W., & Novick, L. R. (1990). A probabilistic contrast model of causal induction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 545-567.
- Cheng, P. W., & Novick, L. R. (1992). Covariation in natural causal induction. *Psychological Review*, 99, 365-382.
- Cheng, P. W., Park, J., Yarlas, A. S., & Holyiak, K. J. (1996). A causal-power theory of focal sets. In D. R. S. D. L. Medin (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Causal Learning* (Vol. 4, pp. 1-32). San Diego: Academic Press.

- Cheng, P. W., Novick, L. R., Liljeholm, M., & Ford, C. (2006). Explaining four psychological asymmetries in causal reasoning: implications of causal assumptions for coherence. In M. O'Rourke (Ed.), *Topics in Contemporary Philosophy (Vol. 4): Explanation and Causation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Choi, H., & Scholl, B. J. (2004). Effects of grouping and attention on the perception of causality. *Perception & Psychophysics*, 66, 926-942.
- Christopoulos, G. I., Tobler, P., Bossaerts, P., Dolan, R. J., & Shultz, W. (2009). Neural Correlates of Value, Risk, and Risk Aversion Contributing to Decision Making under Risk. *Journal of Neuroscience*, 29(40), 12574-12583.
- Cobos, P. L., López, F. J., Caño, A., Amaraz, J., & Shanks, D. R. (2002). Mechanisms of predictive and diagnostic causal induction. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 28, 331-346.
- Cole, R. P., Denniston, J. C., & Miller, R. R. (1996). Reminder-induced attenuation of the effect of relative stimulus validity. *Animal Learning and Behavior*, 24, 256-265.
- Collins, D. J., & Shanks, D. R. (2006). Conformity to power PC theory of causal induction depends on the type of probe question. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 225-232.
- Copeli, M., Roque, A. C., Oliveira, R. F., & Kinouchi, O. (2004). Physics of Psychophysics: Stevens and Weber-Fechner laws are transfer functions of excitable media. *Physical Review*, 65(060901).
- Cornwell, B. R., Echiverri, A. M., & Grillon, C. (2007). Sensitivity to masked conditions stimuli predicts conditioned response magnitude under masked conditions. *Psychophysiology*, 44, 403-406.
- Cosmides, L., & Tooby, J. (2000). Consider the source: The evolution of adaptation for decoupling and metarepresentation. In D. S. (Ed.) (Ed.), *Metarepresentations: A multidisciplinary perspective* (pp. 53-115). Oxford: Oxford University Press.
- Cotton, M. M., Goodall, G., & Mackintosh, N. J. (1982). Inhibitory conditioning resulting from a reduction in the magnitude of reinforcement. *Q J Exp Psychol B*, 34 (Pt 3), 163-180.
- Crocker, J. (1982). Biased questions in judgment of covariation studies. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 8, 214-220.
- Crump, M. J. C., Hannah, S. D., Allan, L. G., & Hord, L. K. (2007). Contingency judgements on the fly. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(6), 753-761.
- Danks, D. (2003). Equilibria in the Rescorla-Wagner model. *Journal of Mathematical Psychology*, 47, 259-272.
- Danks, D. (2005). The supposed competition between theories of human causal inference. *Philosophical Psychology*, 2, 259-272.
- Danks, D. (2006). Causal learning from observations and manipulations. In M. L. P. Shah (Ed.), *Mahwah, NJ* (pp. 359-388). Erlbaum.
- Danks, D. (in press). The psychology of causal perception and reasoning. In C. H. H. Beebe, & P. Menzies (Ed.), *Oxford handbook of causation*. Oxford: Oxford University Press.
- Darredeau, I. B., Baker, A. G., & Murphy, R. A. (2009). Competition Between Multiple Causes of Single Outcome in Causal Reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23(1), 1-14.

- Davies, M. (2000). Interaction without reduction: The relationship between personal and sub-personal levels of description. *Mind and Society*, 1, 87-105.
- Davies, G. M., & Logie, R. H. (1993). *Memory in Everyday Life* (Vol. 100). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V.
- Dawes, R. M. (1994). Psychological Measurement. *Psychological Review*, 101(2), 278-281.
- Dawes, R. M. (1998). Behavioral decision making and judgment. In S. T. F. D.T. Gilbert, and G. Lindzey (Eds.) (Ed.), *The handbook of social psychology* (Vol. I, pp. 497-548). Boston: McGraw-Hill.
- Dawes, R. M., Faust, D., & P.E., M. (1989). Clinical versus actuarial judgement. *Science*, 243, 1668-1674.
- Dawson, M. E., Rissling, A. J., Schell, A. M., & Wilcox, R. (2007). Under what conditions can human affective conditioning occur without contingency awareness? Test of the evaluative conditioning paradigm. *Emotion*, 7, 755-766.
- De Finetti, B. (1937). La prévision: Ses lois logiques, ses sources subjectives. *Annals de l'Institut Henri Poincaré*, 7, 1-68 (English translation, by H.E. Kyburg, in H.E. Kyburg and H.E. Smokler (eds.) (1964) *Studies in Subjective Probabilities*, New York. John Wiley and Sons.
- De Houwer, J., & Beckers, T. (2002a). Higher-order retrospective revaluation in human causal learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, B55, 137-151.
- De Houwer, J., & Beckers, T. (2002b). A review of recent developments in research and theory on human contingency learning research. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 289-310.
- De Houwer, J., Beckers, T., & Vandorpe, S. (2005). Evidence for the role of higher order reasoning processes in cue competition and other learning phenomena. *Learning & Behavior*, 33, 239-249.
- De Houwer, J., Vandorpe, S., & Beckers, T. (2007a). Statistical contingency has a different impact on preparation judgments than on causal judgements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 418-432.
- De Houwer, J., Vandorpe, S., & Beckers, T. (2007b). Statistical contingency has a different impact on preparation judgments than on causal judgments. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 418-432.
- Dehaene, S. (2003). The neural basis of the Weber–Fechner law: a logarithmic mental number line. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(4), 145-147.
- Dennett, D. C. (1995). *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*. New York: Simon and Schuster.
- Denniston, J. C., Savastano, H. L., Blaisdell, A. P., & Miller, R. R. (2003). Cue competition as a retrieval deficit. *Learning and Motivation*, 34, 1-31.
- Denrell, J. (2005). Why most people disapprove of me: experience sampling in impression formation. *Psychol Rev*, 112(4), 951-978.
- Denrell, J. (2007). Adaptive learning and risk taking. *Psychol Rev*, 114(1), 177-187.
- Denrell, J., & March, J. G. (2001). Adaptation as information restriction: The hot stove effect. *Organization Science*, 12, 523-538.
- Dequech, D. (2001). Bounded Rationality, Institutions and Uncertainty. *Journal of Economics Issues*, 35(4), 911-929.

- Desmond, J. E., & Moore, J. W. (1988). Adaptive timing in neural networks: The conditioned response. *Biological Cybernetics*, 58, 405-415.
- Dickinson, A., & Brown, K. J. (2007). Flavor-evaluative conditioning is unaffected by knowledge during training with color-flavor compounds. *Learning and Behavior*, 35, 36-42.
- Dickinson, A., & Burke, J. (1996). Within-compound associations mediate the retrospective revaluation of causality judgments. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49B, 60-80.
- Dickinson, A., Shanks, D., & Evenden, J. (1984). Judgement of act-outcome contingency: The role of selective attribution. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A(29-50).
- Dulany, D. E., & Hilton, D. J. (1991). Conversational implicature, conscious representation, and the conjunction fallacy. *Soc. Cogn.*, 9, 85-110.
- Dunning, D., Griffin, D. W., Milojkovic, J. D., & Ross, L. (1990). The overconfidence effect in social prediction. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 58, 568-581.
- Eddy, D. M. (1982). Probabilistic reasoning in clinical medicine: Problems and opportunities. In P. S. D. Kahneman, & A. Tversky (Ed.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases* (pp. 249-267). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Edwards, W. (1992). *Utility Theories: Measurements and Applications*. Boston: Kluwer.
- Einhorn, H. J., & Hogarth, R. M. (1981). Behavioral Decision Theory; Processes of judgement and choice. *Ann.Rev.Psychol.*, 32, 53-88.
- Eiser, R. J., Fazio, R. H., Stafford, T., & Prescott, T. (2003). Connectionist simulation of attitude learning; Asymmetries in the acquisition of positive and negative evaluations. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29, 1221-1235.
- Ellsberg, D. (1961). Risk, Ambiguity, and the Savage Axioms. *Quarterly Journal of Economics*, 75, 643-659.
- Engelmann, J., Capra, C. M., Noussair, C., & Berns, G. S. (2009). Expert Financial Advice Neurobiologically "Offloads" Financial Decision-Making under Risk. *PLoS ONE*. 4(3). doi:10.1371/journal.pone.0004957
- Epstein, S. (1994). Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious. *Am. Psychol.*, 49, 709-724.
- Erev, I., & Barron, G. (2005). On adaptation, maximization and reinforcement learning among cognitive strategies. *Psychological Review*, 112(4), 912-931.
- Estes, W. K. (1950). Toward a statistical theory of learning. *Psychological Review*, 57, 97-104.
- Estes, W. K., & Skinner, B. F. (1941). Some quantitative properties of anxiety. *Journal of Experimental Psychology*, 29(390-400).
- Evans, J. S. B. T. (2006). The heuristic-analytic theory of reasoning: Extension and evaluation. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13, 378-395.
- Evans, J. S. B. T. (2007). *Hypothetical thinking: Dual processes in reasoning and judgment*. New York: Psychology Press.
- Evans, J. S. B. T. (2008). How many dual-process theories do we need? One, two, or many? In J. E. a. K. Frankish (Ed.), *In two minds: Dual processes and beyond*. Oxford: Oxford University Press.

- Fazio, R. H., Eiser, J. R., & Shook, N. J. (2004). Attitude formation through exploration; Valence asymmetries. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87, 293-311.
- Fechner, G. T. (1907). *Elements der Psychophysik I u. II*. Leipzig: Hartel.
- Finucane, M. L., Alhakami, A., Slovic, P., & Johnson, S. M. (2000). The affect heuristic in judgements of risks and benefits. *J. Behav. Decis. Mak*, 13, 1-17.
- Fischhoff, B. (1977). Knowing with certainty: the appropriateness of extreme confidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 552-564.
- Fisher, W. W., & Mazur, J. E. (1997). Basic and applied research on choice responding. *J Appl Behav Anal*, 30(3), 387-410.
- Fisk, A. D., & Schneider, W. (1984). Memory as a function of attention level of processing and automatization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 10, 181-197.
- Frensch, P. A., Buchner, A., & Lin, J. (1994). Implicit learning of unique and serial transitions in the presence and absence of a distractor task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 20, 567-584.
- Friedman, M., & Savage, L. J. (1948). The Utility Analysis of Choices Involving Risk. *Journal of Political Economy*, 56, 279-304.
- Fugelsang, J. A., & Thomson, V. A. (2003). A dual-process model of belief and evidence interactions in causal reasoning. *Memory and Cognition*, 31, 800-815.
- Gaissmaier, W., & Gigerenzer, G. (2008). Statistical illiteracy undermines informed shared decision making. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes*, 102(7), 411-413.
- Galesic, M., Gigerenzer, G., & Straubinger, N. (2009). Natural frequencies help older adults and people with low numeracy to evaluate medical screening tests. *Med Decis Making*, 29(3), 368-371.
- Gallistel, C. R. (2002). Frequency, contingency and the information processing theory of conditioning In P. S. T. Betsch (Ed.), *Frequency processing and cognition*. Oxford, UK: University Press.
- Gallistel, C. R. (2003). Conditioning from an information processing perspective. *Behavioral Processes*, 61, 1-13.
- Gallistel, C. R., & Gelman, R. (2000). Non-verbal numerical cognition: From reals to integers. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(59-65).
- Gallistel, C. R., & Gelman, R. (2004). Language and the origin of numerical concepts. *Science*, 306, 441-443.
- Gallistel, C. R., & Gibbon, J. (2000). Time, rate and conditioning. *Psychological Review*, 107, 289-344.
- Gibson, A. R., & Tighe, T. J. (1967). Discrimination learning with reversal of cues after choice. *J Comp Physiol Psychol*, 64(1), 158-160.
- Gigerenzer, G. (1996a). On narrow norms and vague heuristics: a reply to Kahneman and Tversky. *Psychological Review*, 103, 592-596.
- Gigerenzer, G. (1996b). The psychology of good judgment: frequency formats and simple algorithms. *Med Decis Making*, 16(3), 273-280.
- Gigerenzer, G. (2000). *Adaptive thinking: Rationality in the real world*. Oxford, England: Oxford University Press.

- Gigerenzer, G. (2001). The adaptive toolbox: toward a darwinian rationality. *Nebr Symp Motiv*, 47, 113-143.
- Gigerenzer, G., & Brighton, H. (2009). Homo heuristicus: why biased minds make better inferences. *Topics in Cognitive Science*, 1, 107-143.
- Gigerenzer, G., & Hoffrage, U. (1995a). How to improve bayesian reasoning without instruction: frequency formats. *Psychological Review*, 102, 684-704.
- Gigerenzer, G., & Hoffrage, U. (1995b). How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats. *Psychological Review*, 102, 684-704.
- Gigerenzer, G., Hoffrage, U., & Goldstein, D. G. (2008). Fast and frugal heuristics are plausible models of cognition: reply to Dougherty, Franco-Watkins, and Thomas (2008). *Psychol Rev*, 115(1), 230-239.
- Gigerenzer, G., Hoffrage, U., & Kleinbolting, H. (1991). Probabilistic mental models: a Brunswikian theory of confidence. *Psychol Rev*, 98(4), 506-528.
- Gigerenzer, G., & Murray, D. J. (1987). *Cognition as intuitive statistics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Gigerenzer, G., & Selten, R. (2001). *Bounded Rationality. The Adaptive Toolbox*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Gigerenzer, G., & Strube, G. (1983). Are there limits to binaural additivity of loudness? *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 9(1), 126-136.
- Gigerenzer, G., Todd, P., & Gerd Gigerenzer, A. R. (1999). *Simple heuristics that make us smart*. Oxford: Oxford University Press.
- Gillund, G., & Shiffrin, R. M. (1984). A retrieval model for both recognition and recall. *Psychological Review*, 91, 1-67.
- Gilovich, T. D., & Griffin, D. W. (2002). Heuristics and biases: then and now. In T. D. Gilovich, Griffin, D.W. Kahneman, D. (Eds.) (Ed.), *Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Gluck, M. A., & Bower, G. H. (1988). From conditioning to category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 227-247.
- Glymour, C., & Cheng, P. (1998). Causal mechanism and probability: A normative approach. In M. O. N. Chater (Ed.), *Rational models of cognition* (pp. 296-313). Oxford, England: Oxford University Press.
- Gonzalez, R., & Wu, G. (1999). On the shape of the probability weighting function. *Cognitive Psychology*, 38(1), 129-166.
- González-Reyes, F. (1998). El fenómeno de la excitación colateral en la inhibición diferencial: efectos adicionales de la extinción de las claves excitatorias de entrenamiento. *Psicológica*, 19, 275-293.
- Gopnik, A., Glymour, C., Sobel, D., Schulz, L., Kushnir, T., & Danks, D. (2004). A theory of causal learning in children: causal maps and Bayes nets. *Psychological Review*, 111, 1-31.
- Gopnik, A., Glymour, C., Sobel, D., Schulz, L., Kushnir, T., & Danks, D. (2004). A theory of causal learning in children: Causal maps and Bayes nets. *Psychological Review*, 111, 1-31.
- Gourville, J. T., & Soman, D. (1998). Payment depreciation: the behavioral effects of temporally separating payments from consumption. *J. Consum. Res.*, 25, 160-174.

- Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: Wiley.
- Griffin, D. W., & Buehler, R. (1999). Frequency probability, and prediction: easy solutions to cognitive illusions? *Cogn. Psychol.*, 38, 48-78.
- Griffin, D. W., & Tversky, A. (1992). The weighing of evidence and the determinants of confidence. *Cognitive Psychology*, 24(411-435).
- Griffiths, O., & Mitchell, C. J. (2008). Selective attention in human associative learning and recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 4, 626-648.
- Griffiths, T. L., & Tenenbaum, J. B. (2005). Structure and strength in causal induction. *Cognitive Psychology*, 51, 334-384.
- Griffiths, T. L., & Tenenbaum, J. B. (2009). Theory-based causal induction. *Psychological Review*, 116, 661-716.
- Groosberg, S., & Schmajuk, N. (1989). Neural Dynamics of adaptive timing and temporal discrimination during associative learning. *Neural Networks*, 2, 79-102.
- Hacking, I. (1984). *The Emergence of Probabilities*. Cambridge University Press.
- Hagmayer, V., Sloman, S. A., Lagnado, D. A., & Waldmann, M. R. (2007). Causal reasoning through intervention. In A. G. L. Schultz (Ed.), *Causal Learning: Psychology and Computation*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Hagmayer, Y., & Sloman, S. A. (2005). A causal model theory of choice. In L. B. & M. B. B.G. Bara (Ed.), *Proceedings of the 27th Annual Conference of the cognitive Science Society* (pp. 881-886). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hagmayer, Y., & Waldmann, M. R. (2002). How temporal assumptions influence causal judgments. *Memory and Cognition*, 30, 1128-1137.
- Hall, G., & Pearce, J. M. (1979). Latent inhibition of CS during CS-US pairings. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 31-42.
- Hannah, S. D., Crump, M. J. C., Allan, L. G., & Siegel, S. (2009). Cue-interaction effects in contingency judgments using the streamed-trial procedure. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 2009(63), 2.
- Haruvy, R., & Erev, I. (2002). Interpreting parameters in learning models. *Experimental business research* (R. Zwick, & A. Rapoport (Eds.) ed.). Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Harvey, L. O., Hammond, K. R., Lusk, C. M., & Mross, E. F. (1992). The application of signal detection theory to weather forecasting behavior. *American Meteorological Society*, 120, 863-883.
- Haselgrove, M. (2010). Reasoning rats or associative animals? A common-element analysis of the effects of additive and subadditive pretraining on blocking. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*.
- Hastie, R., & Dawes, R. M. (2001). *Rational choice in an uncertain world*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hattori, M., & Oaksford, M. (2007). Adaptive non-interventional heuristics for covariation detection in causal induction: Model comparison and rational analysis. *Cognitive Science*, 31, 765-814.
- Herman, D. (1996). *Beyond Growth; The Economics of Sustainable Development*. Boston: Beacon Press.

- Hernstein, R. J., & Prelec, D. (1992a). Melioration. In G. L. a. J. E. (eds.) (Ed.), *Choice Over Time*. New York: Russel Sage Press.
- Hernstein, R. J., & Prelec, D. (1992b). A theory of addiction. In G. L. a. J. E. (eds.) (Ed.), *Choice Over Time*. New York: Russell Sage Press.
- Hertwig, R., Barron, G., Weber, E. U., & Erev, I. (2004). Decision from experience and the effect of rare events. *Psychological Science*, 15, 534-539.
- Hertwig, R., & Gigerenzer, G. (1999). The "conjunction fallacy" revisited: how intelligent inferences look like reasoning errors. *Journal of Behavioral Decision Making*, 12, 275-305.
- Hilgard, E. R. (1931). Conditional eyelid responses to a light stimulus based on the reflex wink to sound. *Psychological Monographs*, 41(84).
- Hilgard, E. R. (1948). *Theories of learning*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hilgard, E. R., & Marquis, D. G. (1940). *Conditioning and learning*. New York: Appleton-Century.
- Hinton, G. E., & Anderson, J. A. (1989). *Parrallel models of associative memory*. Hillsale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hoffman, J., & Sebal, A. (2005). When obvious covariations are not even learned implicitly. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17, 449-480.
- Hoffrage, U., & Gigerenzer, G. (1998). Using natural frequencies to improve diagnostic inferences. *Acad Med*, 73(5), 538-540.
- Holland, J. H., Holyiak, K. J., Nisbett, R., & Thagard, P. R. (1996). *Induction. Processes of Inference, Learning, and Discovery* (Vol. Mass.: MIT Press). Cambridge.
- Holyiak, K. J., & Morrison, R. G. (2005). *The Cambridge handbook of thinking and reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Howson, C., & Urbach, P. (1989). *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*. . La Salle, Il.: Open Court.
- Hsee, C. K. (1996). The evaluability hypothesis: an explanation of preference reversals between joint and separate evaluations of alternatives. *Org. Behav. Hum. Decis. Process*, 67, 247-257.
- Hsee, C. K., Blount, S., Loewenstein, G., & Bazerman, M. H. (1999). Preference reversals between joint and separate evaluations: a review and theoretical analysis. *Psychological Bulletin*, 125, 576-590.
- Huettel, S.-A., Stowe, C. J., Gordon, E. M., Warner, B. T., & Platt, M. L. (2006). Neural signatures of economic preferences for risk and ambiguity. *Neuron* 49, 765-775.
- Hull, C. L. (1935). The conflicting psychologies of learning-A way out. *Psychological Review*, 42, 491-516.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of Behavior: An introduction to behavior theory*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hull, C. L. (1945). The place of innate individual and species differences in a natural-science theory of behavior. *Psychological Review*, 52(55-60).
- Hume, D. (2001). *Tratado de la naturaleza humana* (V. Viqueira, Trans.). Albacete: Diputación de Albacete-Servicio de Publicaciones-Gabinete Técnico.
- Hurwicz, L. (1951). Optimality criteria for decision making under ignorance. Cowles Commision Discussion Paper. *Statistics*, 370.

- Jenkins, H. M., & Ward, W. C. (1965). Judgement of contingency between responses and outcomes. *Psychological Monographs*, (79).
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (2006). *How we reason*. Oxford: Oxford University Press.
- Johnson-Laird, P. N., & Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jonas, E., Schultz-Hardt, S., Frey, D., & Thelen, N. (2001). Confirmation bias in sequential information search after preliminary decisions: An expansion of dissonance theoretical research on selective exposure to information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(4), 557-571.
- Josephs, R. A., Larrick, R., Steeele, C. M., & Nisbett, R. (1992). Self-esteem and risk aversion in decision-making. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62, 26-37.
- Kahneman, D. (2003a). Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics. *The American Economic Review*, 93(5), 1449.
- Kahneman, D. (2003b). A perspective on judgment and choice: Mapping bounded rationality. *American Psychologist*, 58(697-720).
- Kahneman, D., & Frederick, S. (2002). Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment. In D. G. T. Gilovich, and D. Kahneman (Ed.), *Heuristics and biases: the psychology of intuitive judgment* (pp. 49-81). New York: Cambridge University Press.
- Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H. (1990). Experimental tests of the endowment effect and the Coase theorem. *J. Polit. Econ.*, 98, 1325-1348.
- Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979a). Intuitive prediction: Biases and corrective procedures. *TIMS Studies in Management Science*, 12, 313-327.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979b). Prospect Theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263-291.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1984). Choices, values and frames. *American Psychologist*, 39, 341-350.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1996). On the reality of cognitive illusions. *Psychological Review*, 103, 582-591.
- Kamin, L. J. (1968). "Attention-like" processes in classical conditioning. In M. R. Jones (Ed.), *Miami Symposium on the prediction of behavior: Aversive stimulation* (pp. 9-33). Coral Gables, FL: University of Miami Press.
- Kamin, L. J. (1969a). Predictability, surprise, attention, and conditioning. In B. A. C. a. R. M. Church (Ed.), *Punishment and Aversive Behavior* (pp. 279-296). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Kamin, L. J. (1969b). Selective association and conditioning. In W. K. H. N.J. Mackintosh (Ed.), *Fundamental Issues in Instrumental Learning*. (pp. 42-64). Halifax, NS.: Dalhousie Univ. Press.
- Kant, I. (1781). *Crítica de la razón pura* (2ª ed.).
- Kao, S. E., & Wasserman, E. A. (1993). Assessment of an information integration account of contingency judgment with examination of subjective cell importance and method of information presentation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 269-285.

- Karni, E. (2005). Savages' Subjective Expected Utility Model. *Economics Working Paper Archive*, 523.
- Kelley, H. H. (1967). Attribution theory in social psychology. In D. Levine (Ed.), *Nebraska symposium on motivation* (Vol. 15, pp. 129-238): Lincoln: University of Nebraska Press.
- Kendler, T. S. (1971). Continuity theory and cue dominance. In J. T. Spence (Ed.), *Essays in neobehaviorism: A memorial volume to Kenneth W. Spence*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Keren, G. (2004). The Explanatory Power of Choice Bracketing; A Commentary on Read et al., "Choice Bracketing". *Journal of Risk and Uncertainty*, 19(1-3), 199-200.
- Keynes, J. M. (1921). *A Treatise on Probability*. London: Macmillan.
- Khemlani, S., & Johnson-Laird, P. N. (2009). Disjunctive illusory inferences and how to eliminate them. *Memory & Cognition*, 37(5), 615-623.
- Killeen, P. R., Fetterman, J. G., & Bizo, L. A. (1997). Time's causes. In C. M. B. a. E. Szabadi (Ed.), *Time and behavior: Psychological and neurological analyses* (pp. 79-131): Elsevier Science.
- Kim, S., Goldstein, D., Hasher, L., & Zacks, R. T. (2005). Framing effects in younger and older adults. *The Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60, 215-218.
- Klayman, J., & Ha, Y.-W. (1987). Confirmation, disconfirmation, and information in hypothesis testing. *Psychological Review*, 94(211-228).
- Klein, M. P., & Stefanek, M. E. (2007). Cancer Risk Elicitation and Communication: Lessons from the Psychology of Risk Perception. *CA Cancer J. Clin.*, 57, 147-167.
- Knight, D. C., Nguyen, H. T., & Bandettini, P. A. (2003). Expression of conditional fear with and without awareness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 15280-15283.
- Knight, D. C., Nguyen, H. T., & Bandettini, P. A. (2006). The role of awareness in delay and trace fear conditioning in humans. *Cognitive and Affective Behavioral Neuroscience*, 6, 157-162.
- Knight, D. C., Waters, N. S., & Bandettini, P. A. (2009). Neural substrates of explicit and implicit fear memory. *Neuroimage*, 45, 208-214.
- Knight, F. (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Boston, MA: Houghton-Mifflin.
- Knuttinen, M.-G., Power, J. M., Preston, A. R., & Disterhoft, J. F. (2001). Awareness in classical differential eyeblink conditioning in young and aging humans. *Behavioral Neuroscience*, 115(747-757).
- Kornorski, J. (1967). *Integrative activity of the brain*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kremer, E. F. (1978). The Rescorla-Wagner model: losses of associative strength in compound conditioned stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 22-36.
- Kruschke, J. K. (2006). Local Bayesian learning with applications to retrospective revaluation and highlighting. *Psychological Review*, 113, 677-699.
- Krynski, T. R., & Tenenbaum, J. B. (2007). The role of causality judgment under uncertainty. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136, 430-450.
- Kushnir, T., Gopnik, A., Shultz, L., & Danks, D. (2003). Inferring hidden causes. In R. A. D. Kirsch (Ed.), *Proceedings of the 25th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 699-703). Mahwah, NJ.: Erlbaum.

- Lagnado, D. A., & Sloman, S. A. (2004). The advantage of timely intervention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 30, 856-876.
- Laplace. (1814). *Essai philosophie su les probabilities*. Paris.
- Lattal, K., & Nakajima, S. (1998). Overexpectation in appetitive Pavlovian and instrumental conditioning. *Animal Learning and Behavior*, 26, 351-360.
- Le Pelley, M. E. (2004). The role of associative history in models of associative learning: A selective review and a hybrid model. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57B, 193-243.
- LeBoeuf, R. A., & Shafir, E. (2003). Deep thoughts and shallow frames: on the susceptibility to framing effects. *Journal of Behavioral Decision Making*, 16(2), 77-82.
- León, O. G., & Montero, I. (2006). *Metodologías científicas en psicología*. Barcelona: Editorial UOC.
- Leslie, A. M. (1987). Pretense and representation: The origins of "Theory of Mind". *Psychological Review*, 94, 412-426.
- Levesque, H. J. (1986). Making believers out of computers. *Artificial Intelligence*, 30, 81-108.
- Levesque, H. J. (1989). Logic and complexity of reasoning. In R. H. Thomason (Ed.), *Philosophical logic and artificial intelligence* (pp. 73-107). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Levin, I. P., Chapman, D. P., & Johnson, R. D. (1988). Confidence in judgments based on incomplete information: an investigation using both hypothetical and real gambles. *Journal of Behavioral Decision Making*, 1, 29-41.
- Levin, I. P., Wasserman, E. A., & Kao, S.-F. (1993). Multiple methods for examining biased information use in contingency judgments. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 55, 228-250.
- Levy, H., & Markowitz, H. M. (1979). Approximating Expected Utility by a Function of Mean and Variance. *The American Economic Review*, 69(3), 308-317.
- Lichtenstein, S., & Fischhoff, B. (1977). Do those who know more also know more about how much they know? The calibration of probability judgments. *Org. Behav. Hum. Perform.*, 16, 1-12.
- Lichtenstein, S., & Slovic, P. (1973). Response-induced reversals of preferences in gambling: an extended replication. *Journal of Experimental Psychology*, 101, 16-20.
- Liddell, H. S., James, W. T., & Anderson, O. D. (1934). The comparative physiology of the conditioned motor reflex: Based on experiments with pig, dog, dheep, goat, and rabbit. *Comparative Psychology Monographs*, 11(51).
- Lin, F. C., & Ju, X. (2000). Investigation of the One-Armed Bandit by Neural Network. *Lecture Notes in Computer Science*, 1973, 401-404.
- Lober, K., & Shanks, D. R. (2000). Is causal induction based on causal power? Critique of Cheng. *Psychological Review*, 107, 195-212.
- Loewenstein, G. (1996). Out of Control: Visceral Influences on Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 65(3), 272-292.
- Loewenstein, G., & Elster, J. (1992). *Choice over time*. New York: Russell Sage Foundation.

- Loewenstein, G., & Prelec, D. (1993). Preferences for sequences or outcomes. *Psychol. Rev.*, 100, 91-108.
- Loewenstein, G., Read, D., & Baumeister, R. F. (2003). *Time and decision : economic and psychological perspectives on intertemporal choice*. New York: Russell Sage.
- Logan, G. D., & Etherton, J. L. (2004). What is learned during automatization? The role of attention in constructing an instance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 20, 1022-1050.
- Lolordo, V. M., & Fairless, J. L. (1985). Pavlovian conditioned Inhibition: The literature since 1969. In R. R. M. a. N. E. Spear (Ed.), *Information Processing in Animal: Conditioned Inhibition* (pp. 355-367). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lolordo, V. M., & Rescorla, R. A. (1966). Protection of the fear-eliciting capacity of a stimulus from extinction. *Acta Biol Exp (Warsz)*, 26(3), 251-258.
- López, F. J., J., A., Fernández, P., & Shanks, D. (1999). Adquisición progresiva del conocimiento sobre relaciones predictivas: curvas de aprendizaje en juicios de contingencia. *Psicothema*, 11(2), 337-349.
- López, F. J., Cobos, P. L., & Caño, A. (2005). Associative and causal reasoning accounts of causal induction: symmetries and asymmetries in predictive and diagnostic inferences. *Memory & Cognition*, 33, 1388-1398.
- Lovallo, D., & Kahneman, D. (2003). Delusions of success. How optimism undermines executives' decisions. *Harv Bus Rev*, 81(7), 56-63, 117.
- Lovejoy, E. (1968). *Attention in discrimination learning: a point of view and a theory*. San Francisco, CA: Holden-Dsy.
- Lovibond, P. F., Been, S.-L., Mitchell, C. J., Bouton, M. E., & Frohardt, R. (2003). Forward and backward blocking of causal judgment is enhanced by additivity of effect magnitude. *Memory and Cognition*, 31, 133-142.
- Lovibond, P. F., & Shanks, D. R. (2002). The role of awareness in Pavlovian conditioning: empirical evidence and theoretical implications. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 28, 3-26.
- Lubow, R. E. (1989). *Latent inhibition and conditioned attention theory*. New York: Cambridge University Press.
- Luce, R. D. (1959). *Individual choice behavior; a theoretical analysis*. New York: Wiley.
- Luce, R. D. (2003). Rationality in choice under certainty and uncertainty. In S. S. J. S. (Eds.) (Ed.), *Emerging Perspectives in Judgment and Decision Making* (pp. 64-83). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- McGeoch, J. A., & Irion, A. (1952). *The Psychology of human learning* (2nd. ed.). New York: Longman.
- Mackintosh, J., & Cotton, M. M. (1985). Conditioned inhibition from reinforcement reduction. In N. E. Spear (Ed.), *Information processing in animals: Conditioned inhibition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: variations in the associability of stimulus with reinforcement. *Psychological Review*, 82, 276-298.
- Mackintosh, N. J., & Turner, C. (1971). Blocking as a function of novelty of CS and predictability of UCS. *Q J Exp Psychol*, 23(4), 359-366.
- Mandel, D., & Lehman, D. (1998). Integration of cause, covariation, and probability. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 269-285.

- Mandel, D. R. (2003). Judgment Dissociation Theory: An analysis of differences in causal counterfactual, and covariational reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 419-434.
- Mandel, D. R., & Vartanian, O. (2009). Weighting of contingency information in causal judgement: Evidence of hypothesis dependence and use of a positive-test strategy. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(12), 2388-2408.
- Manktelow, K. I. (2004). Reasoning and rationality: The pure and the practical. In K. I. M. a. M. C. C. (Eds.) (Ed.), *Psychology of reasoning: Theoretical and historical perspectives* (pp. 155-177). Hove, England: Psychology Press.
- March, J. G. (1996). Learning to be risk averse. *Psychological Review*, 103, 309-319.
- Marchant, I., H.G., & Moore, J. W. (1973). Blocking of the rabbit's conditioned nictitating membrane response in Kamin's two stage paradigm. *Journal of Experimental Psychology*, 101, 155-158.
- Marcus, G. F. (2001). *The Algebraic Mind: Integrating Connectionism and Cognitive Science*. Cambridge: MIT Pres.
- Marewski, J. N., Gaissmaier, W., & Gigerenzer, G. (2009). Good judgments do not require complex cognition. *Cogn. Process*.
- Markowitz, H. M. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio Selection*. New York: Wiley.
- Markowitz, H. M. (1987). *Main-Variance Anaysis in Portfolio Choice and Capital Markets*. New York: Basil Blackwell.
- Martínez-Arias, R. (1991). El Proceso de Toma de Decisiones. In M. R. y. Y. Martínez-Arias, M. (Comp) (Ed.), *Pensamiento e Inteligencia* (Vol. 5, pp. 411-493). Madrid: Alhambra Universidad.
- Matute, H., Vegas, S., & De Marez, P. J. (2002). Flexible use of recent information in causal and predictive judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 28, 714-725.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.
- McClure, S. M., Ericson, K. M., Laibson, D. I., Loewenstein, G., & Cohen, J. D. (2007). Time discounting for primary rewards. *J Neurosci*, 27(21), 5796-5804.
- McFall, R. M., & Treat, T. A. (1999). Quantifying the information value of clinical assessments with signal detection theory. *Annual Review of Psychology*, 50, 215-241.
- McKencie, C. R. M., Ferrerira, V. S., Mikkelsen, L. A., McDermott, K. J., & Skrabbe, R. P. (2001). Do conditional hypotheses target rare events? *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 85, 291-309.
- McKencie, C. R. M., & Mikkelsen, L. A. (2007). A bayesian view of covariation assessment. *Cognitive Psychology*, 54, 33-61.
- McLaren, I. P., & Mackintosh, N. J. (2002). Associative learning and elemental representation: II. Generalization and discrimination. *Anim Learn Behav*, 30(3), 177-200.

- McLaren, I. P. L., & Mackintosh, N. J. (2000). An elemental model of associative learning: I. Latent inhibition and perceptual learning. *Animal Learning and Behavior*, 28, 211-246.
- Meisenberg, G., & Williams, A. R. (2008). Are acquiescent and extreme response styles related to low intelligence and education? *Personality and Individual Differences*, 44(1539-1550).
- Melchers, K. G., Shanks, D. R., & Lachnit, H. (2008). Stimulus coding in human associative learning: flexible representations of parts and wholes. *Behavioral Processes*, 77, 413-427.
- Michotte, A. (1963). *The perception of causality*. London: Methuen.
- Miles, J. D., Proctor, R. W., & Capaldi, E. J. (2009). Associative learning without reason or belief. *Behavioral and Brain Sciences*, 32, 217-218.
- Miller, R. R., Barnet, R. C., & Grahame, N. J. (1995). Assessment of the Rescorla-Wagner model. *Psychological Bulletin*, 117, 363-383.
- Miller, R. R., & Matute, H. (1996). Biological significance in forward and backward blocking: Resolution of a discrepancy between animal conditioning and human causal judgment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 370-386.
- Mitchell, C. J., De Houwer, J. D., & Lovibond, P. F. (2009). The propositional nature of human associative learning. *Behavioral and Brain Sciences*, 32, 183-246.
- Mitchell, C. J., Livesey, E., & Lovibond, P. F. (2007). A dissociation between causal judgement and the ease with which a cause is categorised with its effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 400-417.
- Mitchell, C. J., & Lovibond, P. F. (2002). Backward and forward blocking in human electrodermal conditioning: blocking requires an assumption of outcome additivity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 311-329.
- Moore, J. W., & Schmajuk, N. A. (2008). Kamin Blocking. 3(5). doi:doi:10.4249/scholarpedia.3542
- Moore, J. W., & Stickney, K. (1985). Antiassociationis: Conditioned inhibition in attentional-associative networks. In R. R. M. a. N. E. Spear (Ed.), *Information processing in animals: Conditioned inhibition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Mynatt, C. R., Doherty, M. E., & Tweney, R. D. (1977). Confirmation bias in a simulated research environment: An experimental study of scientific inference. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29(1), 85-95.
- Neale, M. A., & Northcraft, G. B. (1986). Expertes, amateurs, and refrigerators: comparing expert and amateur negotiators in a novel task. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 38, 305-317.
- Newcomb, T. M. (1947). Autistic hostility and social reality. *Human Relations*, 1(69-86).
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Nichols, S., & Stich, S. P. (2003). *Mindreading: An integrated account of pretence, self-awareness. and understanding other minds*. Oxford: Oxford University Press.
- Nichols, W., & Danks, D. (2007). Decision making using learned causal structures. In D. S. M. a. J. G. Trafton (Ed.), *Proceedings of the 29th*

- Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 1343-1348). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Nickerson, R. S. (2004). Choice Under Uncertainty *Cognition and Chance: The Psychology of Probabilistic Reasoning* (pp. 355-398). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers.
- Nieder, A., Freedman, D. J., & Miller, E. K. (2002). Representation of the Quantity of Visual Items in the Primate Prefrontal Cortex. *Science*, 297(5587), 1708-1711.
- Nisbett, R., & Ross, L. (1980). *Human inference: Strategies and shortcomings of social judgment.*: Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Novick, L. R., & Cheng, P. W. (2004). Assessing interactive causal influence. *Psychological Review*, 111(2), 455-485.
- Oaksford, M., & Chater, N. (1998). *Rationality in an uncertain world: Essays on the cognitive science of human reasoning.* Hove, England: Psychology Press.
- Over, D. E. (2004). Rationality and the normative/descriptive distinction. In D. J. K. a. N. H. (Eds.) (Ed.), *Blackwell handbook of judgment and decision making* (pp. 3-18). Malden, MA:: Blackwell Publishing.
- Pauli, W. M., & O'Reilly, R. C. (2008). Attentional control of associative learning- A possible role of the central cholinergic system. *Brain Research*, 1202, 43-53.
- Pascal, B. (1958). *Pascal's Pensées*. New York: E. P. Dutton & Co. Inc.
- Pavlov, P. I. (1927). *Conditioned Reflexes*. London: Oxford Univ. Press.
- Payne, J., Bettman, J., & Johnson, E. (1993). *The Adaptive Decision Maker*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pearce, J. M., & Hall, G. (1980). A model for Pavlovian conditioning: variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological Review*, 87, 532-552.
- Pearl, J. (1988). *Probabilistic reasoning in intelligent systems: Networks of plausible inference*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Pearl, J. (2000). *Causality*. London: Cambridge University Press.
- Penn, D. C., & Povinelli, D. J. (2007). Causal cognition in human and nonhuman animals: A comparative, critical review. *Annual Review of Psychology*, 58, 97-118.
- Perales, J., Catena, A., González, J., & Shanks, D. (2005). Dissociation between judgements and outcome-expectancy measures in covariation learning: As signal detection theory approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 31, 1105-1120.
- Perales, J. C., Catena, A., Ramos, M. M., & Maldonado, A. (1999). Aprendizaje de relaciones de contingencia y causalidad: Una aproximación a las tendencias teóricas actuales. *Psicológica*(20), 163-193.
- Perales, J. C., & Shanks, D. R. (2007). Models of covariation-based causal judgment: A review and synthesis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14, 577-596.
- Perkins, D. N. (1995). *Outsmarting IQ: The emerging science of learnable intelligence*. New York: Free Press.
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Perruchet, P. (1985). A pitfall for the expectancy theory of human eyelid conditioning. *Pavlovian Journal of Biological Sciences*, 20, 163-170.

- Perruchet, P., & Vinter, A. (2002). The self-organized consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 297-388.
- Phillips, V. L., Saks, M. J., & Peterson, J. L. (2001). The application of signal detection theory to decision-making in forensic science. *Journal of Frensic Science*, 46(2), 294-308.
- Pineño, O. (2005). Contrasting predictive and causal values of predictors and of causes. *Learning and Behavior*, 3(2), 184-196.
- Pineño, O., Urushihara, K., & Miller, R. R. (2005). Spontaneous recovery from forward and backward blocking. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 172-183.
- Piñeno, O., & Miller, R. R. (2007). Comparing associative, statistical, and inferential reasoning accounts of human contingency learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(3), 310-329.
- Platt, M. L., & Glimcher, P. W. (1999). Neural correlates of decision variables in parietal cortex. *Nature*, 400 (6741), 233-238.
- Pleyers, G., Corneille, O., Luminet, O., & Yzerbyt, V. (2007). Aware and (dis)liking: Item-based analyses reveal that valence acquisition via evaluative conditioning emerges only when there is contingency awareness. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 33-130-144.
- Podsakoff, P. M., MacKencie, S. B., Lee, J., & Pds koff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: Acritical review of the literature an recommende remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88, 879-903.
- Povinelli, D. J., Bering, J. M., & Giambrone, S. (2000). Toward a sience of other minds: Escaping the argument by analogy. *Cognitive Science*, 24, 509-541.
- Prelec, D. (2000). Compound invariant weighting functions in prospect theory *Choices, Values, and Frames* (pp. 67-92). New York: Cambridge University Press/Russel Sage found.
- Price, P. C., & Yates, J. F. (1995). Associative and rule-based accounts of cue interaction in contingency judgement. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 1639-1655.
- Pulford, B. D., & Colman, A. M. (1996). Overconfidence, base rates and outcome positivity/negativity of predicted events. *Br. J. Psychology*, 87, 431-445.
- Rachlin, H. (1989). *Judgment , decision, and choice : a cognitive-behavioral synthesis*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Rachlin, H. (1995). Behavioral economics without anomalies. *J Exp Anal Behav*, 64(3), 397-404.
- Rachlin, H. (1997). Self and self-control. *Ann N Y Acad Sci*, 818, 84-97.
- Rachlin, H. (2000). *The science of self-control*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Raman, K. (2000). The Laplace Rule of Sucession Under A General Prior. *Interstat*.
- Ramsey, F. P. (1931). Truth and Probability. In R. B. B. a. F. P. (Eds.) (Ed.), *The Foundations of Mathematics and Other Logical Essays*. London: K. Paul, Trench, Truber and Co.
- Ray, B. A. (1969). Selective attention: the effects of combining stimuli with control incompatible behavior. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 12(539-550).

- Ray, B. A. (1972). Strategy in studies of attention: A comentary on D.I. Mostofsky's Attention: Contemporary theory and analysis. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 17(293-297).
- Read, D., Loewenstein, G., & Rabin, M. (2004). Choice Bracketing. *Journal of Risk and Uncertainty*, 19(1-3), 171-197.
- Redelmeier, D. A., Shafir, E., & Aujla, P. (2001). The beguiling pursuit of more information. *Medical Decision Making*, 21, 376-381.
- Rehder, B., & Kim, S. (2006). How causal knowledge affects classification: A generative theory of categorization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 32(659-683).
- Rescorla, R. A. (1968). Probability of shock in the presence and absence of CS in fear conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 66, 1-5.
- Rescorla, R. A. (1969). Conditioned inhibition of fear resulting from negative CS-US contingencies. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 67, 504-509.
- Rescorla, R. A. (1970). Reduction in the effectiveness of reinforcement after prior excitatory conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 66, 1-5.
- Rescorla, R. A. (1973). Effect of US habituation following conditioning. *J Comp Physiol Psychol*, 82(1), 137-143.
- Rescorla, R. A. (1979). Aspects of the reinforcer learned in second-order Pavlovian conditioning. *J Exp Psychol Anim Behav Process*, 5(1), 79-95.
- Rescorla, R. A. (1989). Simultaneous and sequential conditioned inhibition in autoshaping. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41B, 275-286.
- Rescorla, R. A. (2000a). Associative changes in excitors and inhibitors differ when they are conditioned in compound. *J Exp Psychol Anim Behav Process*, 26(4), 428-438.
- Rescorla, R. A. (2000b). Associative changes with a random CS-US relationship. *Q J Exp Psychol B*, 53(4), 325-340.
- Rescorla, R. A., & Gillan, D. J. (1980). An analysis of the facilitative effect of similarity on second-order conditioning. *J Exp Psychol Anim Behav Process*, 6(4), 339-351.
- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlonian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and non-reinforcement. . In A. H. B. W. F. P. (Eds.) (Ed.), *Classical conditioning II: Current research and theory* (pp. 64-99). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In W. F. P. AH Black (Ed.), *Clasical Conditioning II: Current Research and Theory*. (pp. 64-99). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Ríos, S. (1995). *Modelización*. Madrid: Alianza Editorial.
- Rollman, G. B. (1977). Signal detection theory measurement os pain: A review and critique. *Pain*, 3(3), 187-211.
- Sahley, C., Rudy, J. W., & Gelperin, A. (1981). An analysis of associative learning in a terrestrial mollusc: 1- Higher-order condirioning, blocking, and transient US pre-exposure effect. *Journal of Comparative Physiology*.

- Samuelson, W., & Zeckhauser, R. (1988). Status quo bias in decision making. *J. Risk Uncertain*, 1, 7-59.
- Savage, L. J. (1954). *The Foundations of Statistics*. New York: Wiley.
- Schlottmann, A. (1999). Seeing it happen and knowing how it works: How children understand the relation between perceptual causality and underlying mechanism. *Developmental Psychology*, 35, 303-317.
- Schmajuk, N., & Larrauri, J. (2008). Associative models can describe both causal learning and conditioning. *Behavioral Processes*, 77, 443-445.
- Schmajuk, N. A., & Moore, J. W. (1985). Real-time attentional models for classical conditioning and the hippocampus. *Physiological Psychology*, 13, 278-290.
- Scholl, B. J., & Nakayama, K. (2002). Causal capture: Contextual effects on the perception of collision events. *Psychological Science*, 13, 493-498.
- Schultz, W. (2006). Behavioral Theories and the Neuropsychology of Reward. *Annu Rev Psychol*, 57, 87-115.
- Schustack, M. W., & Sternberg, R. J. (1981). Evaluation of evidence in causal inference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110, 101-120.
- Sedlmeier, P., & Gigerentzer, G. (2001). Teaching bayesian reasoning in less than two hours. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 380-400.
- Segura, S., Fernández-Berrocal, P., & Byrne, R. M. J. (1998). *Razonamiento contrafactual: la posición serial y el número de antecedentes en los pensamientos sobre lo que podría haber sido*. Paper presented at the I Jornadas de Psicología del Pensamiento.
- Selten, R. (1996). Descriptive approaches to cooperation. In S. H. y. A. M.-C. (eds.) (Ed.), *Cooperation: Gae-Theoretic Approaches* (pp. 289-328). Berlin: Springer.
- Shafir, E. (1993). Intuitions about rationality and cognition. In D. O. KI Manktelow (Ed.), *Rationality: Psychological and Philosophical Perspectives*. Florence, KY: Taylor & Francis.
- Shafir, E. (1995). Compatibility in cognition and decision making. *Psychol. Learn. Motiv.*, 32, 247-274.
- Shafir, E., & LeBoeuf, A. (2002). Rationality. *Annu Rev Psychol*, 53(491-517).
- Shafir, E., Simonson, I., & Tversky, A. (1993). Reason-based choice. *Cognition*, 49, 11-36.
- Shanks, D. (1985). Forward and Backward Blocking in Human Contingency Judgement. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37B, 1-21.
- Shanks, D. R. (1985). Continuous monitoring of human contingency judgment. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37B, 1-21.
- Shanks, D. R. (1985). Continuous monitoring of human contingency judgments across trials. *Memory and Cognition*(13), 158-167.
- Shanks, D. R. (1987). Acquisition functions in contingency judgment. *Learning and Motivation*, 18, 147-166.
- Shanks, D. R. (1993). Human instrumental learning: A critical review of data and theory. *British Journal of Psychology*, 84, 319-354.
- Shanks, D. R. (2007). Associationism and cognition: Human contingency learning at 25. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(3).
- Shanks, D. R. (2010). Learning: From Association to cognition. *Annual Review of Psychology*, 61, 273-301.

- Shanks, D. R., & Darby, R. J. (1998). Feature-and rule-based generalization in human associative learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 24, 405-415.
- Shanks, D. R., & Dickinson, A. (1986). Associative accounts of causality judgment. *The Psychology of Learning and Motivation*(21), 229-261.
- Shanks, D. R., & Dickinson, A. (1991). Instrumental learning and judgement under variations in action-outcome contingency and contiguity. *Memory and Cognition*, 19, 253-360.
- Shanks, D. R., Pearson, S. M., & Dickinson, A. (1989). Temporal contiguity and the judgement of causality by human subjects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*(41B), 139-159.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell Syst.Tech*, 27, 379-423.
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Shultz, W. (2008). Introduction. Neuroeconomics: the promise and the profit. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*, 363(3767-3769).
- Shultz, W., Preuschoff, K., Camerer, C., Hsu, M., Fiorillo, C. D., Tobler, P., et al. (2008). Explicit neural signals reflecting reward uncertainty. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*, 363(1511), 3801-3811.
- Sieck, W., & Yates, J. F. (1997). Exposition effects on decision making: choice and confidence in choice. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 70, 207-219.
- Siewert, B., Bly, B. M., Schlaug, G., Darby, D. G., Thangaraj, V., Warach, S., et al. (2005). Comparison of the BOLD-and EPISTAR-technique for functional brain imaging by using signal detection theory. *Magnetic Resonance in Medicine*, 36(2), 249-255.
- Simon, H. (1986). De la racionalidad sustantiva a la procesal. In F. H. y. M. H. (Eds.) (Ed.), *Filosofía y teoría económica*. México: FCE.
- Simon, H. A. (1955). A bahvioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.
- Simon, H. A. (1987). Bounded Rationality. In J. E. e. al. (Ed.), *The New Palgrave*. London: Macmillan.
- Simon, H. A. (1990). Invariants of human behavior. *Annu Rev Psychol*, 41, 1-19.
- Simon, H. A. (1996). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge: Mass.: MIT Press.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York: Macmillan.
- Sloman, S. A. (1996). The empirical case for two systems of reasoning. *Psychol Bull*, 119, 3-22.
- Sloman, S. A., & Lagnado, D. A. (2005). Do we "do"? *Cognitive Science*, 29(5-39).
- Slovic, P., Finucane, M., Peters, E., & MacGregor, D. G. (2001). The effects in judgement and choice. In R. Hogarth (Ed.), *Decision Making; Theory and Applications*. Chicago: Univ. Chicago Press.
- Slovic, P., Griffin, D. W., & Tversky, A. (1990). Compatibility effects in judgment and choice. In e. R. Hogarth (Ed.), *Insights in Decision Making: Theory and Applications* (pp. 5-27). Chicago: Univ. Chicago Press.
- Slovich, P., & Lichtenstein, S. (1983). Preference reversals: a borader perspective. *Am. Econ. Rev*, 73, 596-605.

- Slugoski, B. R., & Wilson, A. E. (1998). Contribution of conversation skills to the production of judgmental errors. *Eur. J. Soc. Psychol.*, 28, 575-601.
- Smedslund, J. (1963). The concept of correlation in adults. *Scandinavian Journal of Psychology*, 4.
- Smith, C. N., R.E., C., Manns, J. R., & Squire, L. R. (2005). Acquisition of differential delay eyeblink classical conditioning is independent of awareness. *Behavioral Neuroscience*, 119(78-86).
- Smith, M. C., Coleman, S. R., & Gormezano, I. (1969). Classical conditioning of the rabbit's nictitating membrane response at backward, simultaneous, and forward CS-US intervals. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 69, 226-231.
- Sobel, D., & Kushnir, T. (2006). The importance of decision making in causal learning from interventions. *Memory and Cognition*, 34, 411-419.
- Sorkin, R. D., Hays, C. J., & West, R. (2001). Signal-detection analysis of group decision making. *Psychological Review*, 108(1), 183-203.
- Spellman, B. A. (1996a). Acting as intuitive scientists: Contingency judgments are made while controlling for alternative potential causes. *Psychological Science*, 7, 337-342.
- Spellman, B. A. (1996b). Conditionalizing causality. In K. J. H. D.R. Shanks, & D. L. Medin (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Vol 34. Causal Learning* (pp. 167-200). San Diego Ca: Academic Press.
- Spence, K. (1945). An experimental test of continuity and non-continuity theories of discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology*, 35, 253-266.
- Spence, K. W. (1960). *Behavior theory and learning*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Spiegelman, S., & Reiner, J. M. (1945). A note on steady states and the Weber-Fechner Law. *Psychometrika*, 10(1), 27-35.
- Spirites, P., Glymour, C., & Scheines, R. (1993). *Causation prediction and search*. New York: Springer-Verlag.
- Spirites, P., Glymour, C., & Scheines, R. (2000). *Causation, prediction and search*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Spirites, P., Scheines, R., Glymour, C., Richardson, T., & Meek, C. (2004). Causal inference. In D. Kaplan (Ed.), *The SAGE Handbook of quantitative methodology for social sciences* (pp. 447-477). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Stadler, M. A. (1995). Role of attention in implicit learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 674-685.
- Stahl, C., Unkelbach, C., & Corneille, O. (2009). On the respective contributions of awareness of unconditioned stimulus valence and unconditioned stimulus identity in attitude formation through evaluative conditioning. *Journal of Personality and Social Psychology*, 97(404-420).
- Stanovich, K. E. (1994). Annotation: does dyslexia exist? *J Child Psychol Psychiatry*, 35(4), 579-595.
- Stanovich, K. E. (1999). *Who is Rational? Studies of Individual Differences in Reasoning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Stanovich, K. E. (1999). *Who is rational? Studio of individual differences in reasoning*. Mahweb, NJ: Erlbaum.

- Stanovich, K. E. (2004). *The robot's rebellion: Finding meaning in the age of Darwin*. Chicago: University of Chicago Press.
- Stanovich, K. E. (2008). *Rationality and the reflective mind: Toward a tri-process model of cognition*. New York: Oxford University Press.
- Stanovich, K. E. (2009). *Distinguishing the reflective, algorithmic, and autonomous minds: Is it time for a tri-process theory?* Oxford: Oxford University Press.
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (1999). Discrepancies between normative and descriptive models of decision making and the understanding/acceptance principle. *Cognitive Psychology*, 38, 349-385.
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate? *Behav Brain Sci*, 23(5), 645-665; discussion 665-726.
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (2003). Evolutionary versus instrumental goals: How evolutionary psychology misconceives human rationality. In D. O. (Ed.) (Ed.), *Evolution and the psychology of thinking: The debate* (pp. 171-230). Hove, England: Psychology Press.
- Stein, E. (1996). *Without Good REason: The Rationality Debate in Philosophy and Cognitive Science*. New York: Oxford University Press.
- Stevens, S. S. (1957). On the psychophysical law. *Psychological Review*, 64, 153-181.
- Stevens, S. S. (1961). To honor Fechner and repeal his law. *Science*, 133, 80-133.
- Stevens, S. S. (1975). *Psychophysics: Introduction to its perceptual, neural and social prospects* (G. Stevens ed.). New York: Wiley.
- Steyvers, M., Tenenbaum, J. B., Wagenmakers, E. J., & Blum, B. (2003). Inferring causal networks from observations and interventions. *Cognitive Science*, 27, 453-489.
- Stinchcombe, A. (1990). Reason and Rationality. In K. S. C. a. M. L. (Eds.) (Ed.), *The Limits of Rationality* (pp. 285-317). Chicago: U. Chicago Press.
- Stinchcombe, A. (1999). Certainty of the Law: Situation-types, Analogy, and Equilibrium. *Journal of Political Philosophy*, 7(3), 209-224.
- Stout, S. C., & Miller, R. R. (2007). Sometimes-Competing Retrieval (SOCR): A formalization of the comparator hypothesis. *Psychological Review*, 114(3), 759-783.
- Suiter, R. D., & LoLordo, V. M. (1971). Blocking of inhibitory Pavlovian conditioning in the conditioned emotional response procedure. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 76, 137-144.
- Sutherland, N. S. (1964). The learning of discrimination by animals. *Endeavour*, 23(90), 148-152.
- Sutherland, N. S., & Mackintosh, N. J. (1971). *Mechanisms of animal discrimination learning*. New York: Academic Press.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1981). Toward a modern theory of adaptive networks: expectation and prediction, *Psychol Rev*(88), 135-170.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1990). Time derivative models of Pavlovian reinforcement. . In e. M. Gabriel and J. Moore (Ed.), *Learning and Computational Neuroscience: Foundations of Adaptive Networks*. (pp. 539-602). Cambridge, MA: MIT Press.

- Swets, J. A. (1996). *Signal detection theory and ROC analysis in psychology and diagnostics: Collected papers*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Takemura, K. (1993). The effect of decision frame and decision justification on risky choice. *Journal of Psychological Research*, 35, 36-40.
- Tangen, J. M., & Allan, L. G. (2003). The relative effect of cue interaction. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B, 279-300.
- Tangen, J. M., & Allan, L. G. (2004). Cue-interaction and judgments of causality: Contributions of causal and associative processes. *Memory & Cognition*, 32, 107-124.
- Tanner, W. P. J., & Swets, J. A. (1954). A decision-making theory of visual detection. *Psychological Review*, 61, 401-409.
- Tetlock, P. E. (1992). The impact of accountability on judgment and choice: toward a social contingency model. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 25, pp. 331-376). New York: Academic.
- Thaler, R. H., & Shefrin, H. M. (1981). An economic theory of self-control. *Journal of Political Economy*, 89, 392-406, 89(392-406).
- Thomas, D. R. (1970). Stimulus selection, attention, and related matters. In J. H. Reynierse (Ed.), *Current issues in animal learning* (pp. 311-356). Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- Thorndike, E. L. (1931). *Human Learning*. New York: Century.
- Thorndike, E. L. (1988). Animal intelligence: An experimental study of the study of the associative processes in animals. *Psychological Review Monograph Supplements*(8).
- Tobler, P., Christopoulos, G. I., O'Doherty, J. P., Dolan, R. J., & Schultz, W. (2009). Neuronal Distortions of Reward Probability without Choice. *J Neurosci*, 28(45), 11703-11711.
- Tobler, P. N., O'Doherty, J., Dolan, R. J., & Schultz, W. (2007). Reward value coding distinct from risk attitude-related uncertainty coding in human reward systems. *Journal of Neurophysiology*, 97, 1621-1632.
- Tobler, P. N., O'Doherty, J. P., Dolan, R. J., & Schultz, W. (2007). Reward value coding distinct from risk attitude-related uncertainty coding in human reward systems. *J Neurophysiol*, 97(2), 1621-1632.
- Toplak, M. E., Liu, E., Macpherson, R., Toneatto, T., & Stanovich, K. E. (2007). The reasoning Skills and thinking dispositions of problem gamblers: A dual-process taxonomy. *Journal of Behavioral Decision Making*, 20, 103-124.
- Trabasso, T., & Bower, G. H. (1968). *Attention in learning*. New York: Wiley.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and psychology of choice. *Science*, 211, 453-458.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1983). Extensional vs. intuitive reasoning: the conjunction fallacy in probability judgment. *Psychological Review*, 90, 293-315.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1986). Rational choice and the framing of decisions. *J. Bus.*, 59, 251-278.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1990). Rational Choice and the Framing of Decisions. In K. S. M. L. (Eds.) (Ed.), *The Limits of Rationality*. London: The University of Chicago Press.

- Tversky, A., & Kahneman, D. (1991). Loss aversion in riskless choice: a reference dependent model. *Quarterly Journal of Economics*, 106, 1039-1061.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5, 297-323.
- Tversky, A., & Shafir, E. (1992). Choice under conflict: the dynamics of deferred decision. *Psychol. Sci.*, 3, 358-361.
- Tversky, A., & Simonson, I. (1993). Context dependent preferences: the relative advantage model. *Manage. Sci.*, 39(1179-89).
- Tversky, A., Slovic, P., & Kahneman, D. (1990). The causes of preference reversal. *Am. Econ. Rev.*, 80, 204-217.
- Vadillo, M. A., & Matute, H. (2005). Nuevas perspectivas teóricas para el estudio de la extinción en juicios de causalidad. In N. J. V. y. J. M. Rosas (Ed.), *Aprendizaje causal y recuperación de la información: Perspectivas teóricas* (pp. 31-46). Jaén: Del Lunar.
- Vadillo, M. A., & Matute, H. (2007). Predictions and causal estimations are not supported by same associative structure. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(3), 433-447.
- Vadillo, M. A., Miller, R. R., & Matute, H. (2005). Causal and predictive-value judgments, but not predictions, are based on cue-outcome contingency. *Learning & Behavior*, 33, 172-183.
- Vallee-Tourangeau, F., Murphy, R., & Baker, A. G. (2005). Contiguity and the outcome density bias in action–outcome contingency judgements. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, 58B(2), 177-102.
- Vallée-Tourangeau, F., Murphy, R. A., & Baker, A. G. (1998). Causal induction in the presence of a perfect negative cue: contrasting predictions from associative and statistical models. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51B, 173-191.
- Vallée-Tourangeau, F., Murphy, R. A., Drew, S., & Baker, A. G. (1998). the importance of constant and variable candidate causes: A test of the Power PC Theory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*(51A), 65-84.
- Vallone, R. P., & Griffin, D. W. (1995). Overconfident prediction of future actions and outcomes by self and others. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 58, 568-581.
- Van Hamme, L. L., S.F., K., & Wasserman, E. A. (1993). Judging interevent relations: From cause to effect and from effect to cause. *Memory & Cognition*, 21, 802-808.
- Van Hamme, L. L., & Wasserman, E. A. (1994). Cue competition in causality judgments: the role of nonpresentation of positively and independently related causes. *Learning and Motivation*, 25, 127-151.
- Vogel, E. H., Brandon, S. E., & Wagner, A. R. (2003). Stimulus Representation in SOP: II. An application to inhibition of delay. *Behavioral Processes*, 62, 27-48.
- Vogel, E. H., Soto, F. A., Castro, M. E., & Solar, P. A. (2006). Modelos matemáticos del condicionamiento clásico: evolución y desafíos actuales. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 38(2), 215-243.
- Von Mises, R. (1957). *Probability, Statistics, and Truth*. New York: Dover.

- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1947). *The theory of games and economic behaviour*. Princeton: Princeton University Press.
- Von Winterfeldt, D., & Edwards, W. (1986). *Decision Analysis and Behavioral research*. Cambridge: Canbridge University Press.
- Wagenaar, W. A. (1988). *Paradoxes of gambling behavior*. Hove, England: LEA.
- Wagner, A. R. (1981). SOP: A model of automatic memory processing in animal behavior. In N. E. S. a. R. R. Miller (Ed.), *Information processing in animals: memory mechanisms* (pp. 5-47). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Wagner, A. R., Logan, F. A., Haberlandt, K., & Price, T. (1968). Stimulus selection in animal discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology*, 76(171-180).
- Wagner, A. R., Mazur, J. E., Donegan, N. H., & Pfautz, P. L. (1980). Evaluation of blocking and conditioned inhibition to a CS signaling a decrease in US intensity. *J Exp Psychol Anim Behav Process*, 6(4), 376-385.
- Wald, A. (1950). *Statistical Dcision Functions*. New York.
- Waldmann, M. R. (2000). Competition among causes but not effect in predictive and diagnostic earning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26, 53-76.
- Waldmann, M. R. (2001). Predictive versus diagnostic causal learning: evidence from an overshadowing paradigm. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8, 600-608.
- Waldmann, M. R., & Hagmayer, Y. (2006). Categories and Causlaity: The neglected direction. *Cognitive Psychology*, 53, 27-58.
- Waldmann, M. R., & Holyoak, K. J. (1990). *Can causal induction be reduced to associative learning?* Paper presented at the Proceedings of the Twelfth Annual Conference of the Cognitive Science Society, Hillsdale, NJ.
- Waldmann, M. R., & Holyoak, K. J. (1992). Predictive and diagnostic learning within causal models: asymmetries in cue competition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121, 222-236.
- Wardle, S. G., Mitchell, C. J., & Lovibond, P. F. (2007). Flavor evaluative conditioning and contingency awareness. *Learning and Behavior*, 35, 233-241.
- Washburn, M. F., & Bentley, I. M. (1906). The establishment of an association involving color-discrimination in the creek chyb. *Journal of Comparative Neurology*, 16, 113-125.
- Wason, P. C. (1960). On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 129-140.
- Wasserman, E. A. (1990). Detecting response-outcome relations: Towards an understanding of the causal texture of the environment. . In G. H. E. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 26, pp. 27-82).
- Wasserman, E. A., Chatlosh, D. L., & Neunaber, D. J. (1983). Factors affecting judgments of response-outcome contingencies under free-operant procedures. *Learning and Motivation*(14), 406-432.
- Wasserman, E. A., Elek, S. M., Chatlosh, D. L., & Baker, A. G. (1993). Rating causal relations: Role of probability in judgments of response-outcome

- contingency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*(19), 174-188.
- Wasserman, E. A., Kao, S.-F., Van Hamme, L. J., Katagiri, M., & Young, M. E. (1996). Causation and association. In K. J. H. D.R Shanks, & D.L. Medin (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Causal learning* (pp. 207-264). San Diego, CA: Academic Press.
- Weber, E. H. (1834). *De pulsu, resorptione, audita et tactu. -Annoationes anatomicae et physiologicae-*. (Trs. by H.E. Ross, Academic Press, New York, 1978)
- Weber, E. U., Shafir, S., & Blais, A. R. (2004). Predicting risk sensitivity in humans and lower animals: Risk as variance or coefficient of variation. *Psychological Review*, 11(430-445).
- Weidemann, G., Tangen, J., Lovibond, P. F., & Mitchell, C. J. (2009). Is Perruchet's dissociation between eyeblink conditional responding and outcome expectancy evidence for two learning systems? *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 35(2), 169-176.
- Weike, A. I., Schupp, H. T., & Hamm, A. O. (2007). Fear acquisition requires awareness in trace but not delay conditioning. *Psychophysiology*, 44, 170-180.
- Wheeler, D. S., Beckers, T., & Miller, R. R. (2008). The effect of subadditive pretraining on blocking: limits on generalization. *Learning and Behavior*, 36, 341-351.
- White, P. A. (2003a). Causal judgment as evaluation of evidence: The use of confirmatory and disconfirmatory information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A, 97-114.
- White, P. A. (2003b). Making causal judgments from the proportion of confirming instances: The pCI rule. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 29, 710-727.
- White, P. A. (2004). Causal judgment from contingency information: A systematic test of the pCI rule. *Memory and Cognition*, 32, 353-368.
- Whitlow, J. W., & Wagner, A. R. (1972). Negative patterning in classical conditioning: Summation of response tendencies to isoable and configural components. *Psychonomic Science*, 27, 299-301.
- Winston, W. L. (1994). *Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos*. México D.F.: Grupo Editorial Panamericana.
- Wixted, J. T. (2007). Dual process theory and signal-detection theory of recognition memory. *Psychological Review*, 114, 152-176.
- Woodcock, F. (1976). The evaluation of yes/no forecasts for scientific and administrative purposes. *Monthly Weather Review*, 104, 1209-1214.
- Woodworth, R. S. (1938). *Experimetnal psychology*. New York: Holt.
- Wright, W. F., & Anderson, U. (1989). effects of situation familiarity and financial incentives on use of the anchoring and adjustment heuristic for probability assessment. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 44, 68-82.
- Wu, G., Zhang, J., & Gonzalez, R. (2004). Decision under risk. In D. J. K. a. N. H. (Eds.) (Ed.), *Blackwell hadbook of judgment and decision making*. Malden, MA:: Blackwell Publishing.
- Yamaguchi, M. (2006). Complete solution of the Rescorla-Wagner model for relative validity. *Behavioural Processes*, 71, 70-73.

- Yi, L. (2009). Do rats represent time logarithmically or linearly? *Behavioural Processes*, 81(2), 274, 279.
- Zeaman, D., & House, B. J. (1963). The role of attention in retardate discrimination learning. In N. R. Ellis (Ed.), *Handbook of mental deficiency*. New York: McGraw Hill.
- Zeelenberg, M. (1999). Anticipated regret, expected feedback and behavioral decision making. *Journal of Behavioral Decision Making*, 12, 93-106.

10. APÉNDICE. PROGRAMACIÓN INFORMÁTICA DE LOS EXPERIMENTOS.

10.1. PROGRAMACIÓN DEL EXPERIMENTO 1.

10.1.1. Programación informática de la Fase I.

La implementación del programa de ordenador que gobernaba el experimento desde un plano computacional fue realizada bajo soporte C+, mediante la creación de un script específico de programación que fue, a su vez, realizado utilizando FLXLab como software específico. Los pasos del proceso experimental se detallan a continuación. A lo largo del tiempo que ha llevado el trabajo de aplicación experimental se han ido introduciendo las correspondientes actualizaciones en el software, comenzando por la versión 1.9 y finalizando por la versión 2.2. Todas estas actualizaciones, incluyendo las modificaciones paramétricas y computacionales del software no afectan, en ningún caso, al contenido del procedimiento experimental.

10.1.2. Guión (Script) de programación.

Para el control computacional de las librerías de rutinas programadas en lenguaje C, se creó un guión de programación específico, que permitiera la aplicación del experimento.

Dado que el programa contiene varias fases y bloques, se programaron guiones para cada uno de ellos. Posteriormente fueron anidados en un guión general que los contenía. El resultado fue incluido en una misma carpeta, bajo sistema operativo Windows XP y Windows Vista, de acuerdo con el sistema de

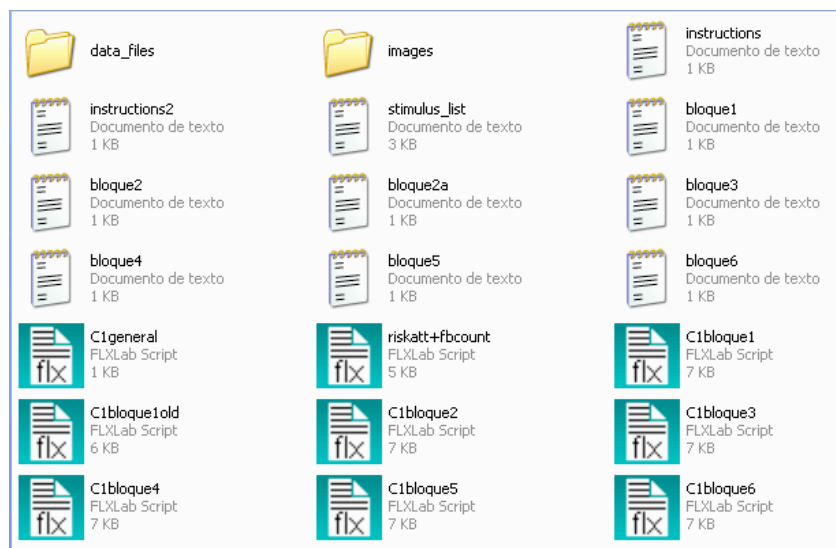


Figura 71. Estructura de archivos y carpetas conteniendo el guión y la estructura de programación del experimento.

codificación presentado en la Figura 71. Así, pueden distinguirse, en un primer análisis, los siguientes elementos:

1. *Archivos de instrucciones*. Codificados con denominaciones “instructions” e “instuctions2”, contienen el texto correspondiente a las instrucciones de las dos fases experimentales.

2. *Archivos de programación*. Contienen los guiones de programación correspondientes a cada apartado, según la siguiente codificación:

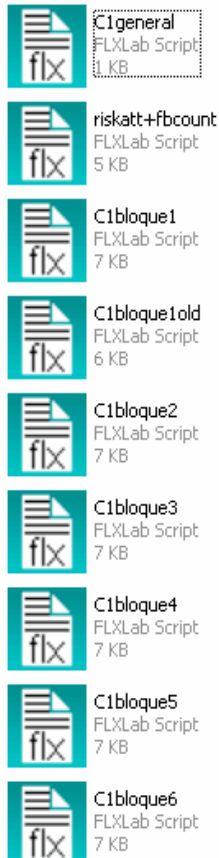


Figura 72. Guiones de programación de las fases experimentales

- *C1 general*. Guión general de programación. Controla, mediante comandos de anidación, a los demás guiones del procedimiento.

- *Figura 71. Estructura de archivos y carpetas conteniendo el guión y la estructura de programación del experimento.riskatt-fbcount*. Guión de programación correspondiente a la Fase I del procedimiento experimental (actitud hacia el riesgo).

- *Cnbloquen*. Guiones de programación individuales, correspondientes a los 6 Bloques experimentales constituyentes de la Fase II del experimento (decisión). El parámetro *n* designa el número identificativo de cada bloque.

3. *Carpetas de datos*. Existen dos tipos de carpetas: de entrada y de salida o volcado. Las carpetas de entrada contienen los estímulos que se emplearán en el procedimiento experimental. En este caso, fueron incluidos la totalidad de iconos correspondientes a la matriz general. El objetivo de incluirlos a todo fue doble. Por un lado, nos aseguramos la funcionalidad operativa en el diseño de posteriores guiones de programación. Como derivada de este hecho, el programa extrae los objetos que necesita para cada una de las fases del experimento, de la misma carpeta general de objetos, denominada “*images*”, en función de las instrucciones que establece el archivo de estímulos y el guión de programación. Por su parte, los archivos de salida son volcados automáticamente en la carpeta “*data_files*”. En ella, se crean automáticamente siete archivos por sujeto, una para el volcado de datos de la primera fase, conteniendo tanto los datos de registro e identificación del sujeto como los propios de la Fase I del experimento y otros seis para el alojamiento de los datos de salida correspondientes a los seis bloques experimentales de la Fase II. Éstos, a su vez, son numerados automáticamente de forma consecutiva, de 1 a 6.

4. *Archivos de estímulos*. Junto con la carpeta que contiene las imágenes, los archivos de estímulos contienen datos de entrada. En este caso, se crearon

siete archivos de estímulos de entrada diferentes. El primero, contiene las etiquetas de estímulos correspondientes a la Fase I del experimento. Su denominación es `stimulus_list`. Los otros seis, denominados, respectivamente, `bloque1`, ..., `bloque 6`, contienen los datos de entrada y las etiquetas de estímulo correspondientes a cada uno de los 6 bloques experimentales.

10.1.3. Programación del procedimiento.

Una vez que el sujeto presiona sobre la tecla de inicio del programa, éste pasa a ejecutar automáticamente el guión general de programación, según las sentencia siguiente:

```
BeginScope task01
ReadScriptFile "riskatt+fbcount.flx"
EndScope task01
```

Con ello, el programa llama inmediatamente al primero de los subprocesos establecidos. En este momento, el proceso continúa iniciando las secuencias de comandos encargadas de la recogida de datos de entrada, integradas en el bloque de programación correspondientes al diseño de la fase I del experimento. El guión de programación correspondiente a este momento se detalla a continuación:

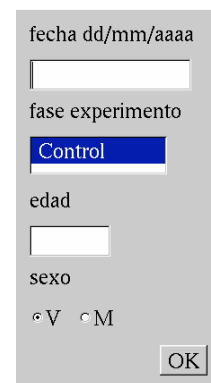
```
EditDialog subject_id "Por favor, escriba su ID:"
```

```
DialogText datetxt "fecha dd/mm/aaaa"
DialogEdit editdate fecha
DialogObjectWidth 10
```



```
DialogText exptype "fase experimento"
DialogList faseexp fase_del_experimento
DialogListItem "Control"
```

```
DialogText edadtxt "edad"
DialogEdit editedad edad
DialogObjectWidth 5
```



```
DialogText sexotxt "sexo"
DialogRadioGroup sexo sex
DialogButton "V"
DialogButton "M"
```

```
DialogButtonGroup my_buttons
button_choice
DialogObjectAlignment RIGHT
DialogButton "OK"
```

```
DialogEvent datosiniciales
```

Figura 73. Cajas de recogida de datos personales de los participantes

```
AddDialogObject datetxt  
AddDialogObject editdate  
AddDialogObject exptype  
AddDialogObject faseexp  
AddDialogObject edadtxt  
AddDialogObject editedad  
AddDialogObject sexotxt  
AddDialogObject sexo  
AddDialogObject my_buttons  
Start datosiniciales
```

```
JoinStrings data_file "data_files $path_separator $subject_id .txt"  
UseDataFile $data_file
```

El programa ejecuta los correspondientes comandos de introducción de bloques de texto y las variables correspondientes permiten asignar parámetros de entrada de acuerdo con el perfil individual de los sujetos. En primer lugar, tal y como aparece descrito en el guión, crea un archivo individual en la carpeta “data_files” (volcado de datos), a la que asigna, como código de identificación individual, el número introducido por el sujeto correspondiente en la primera caja de entrada de datos.

De este modo, el interfaz gráfico del software de programación se visualiza como un sistema de “cajas” donde los participantes introducen su código identificativo, la fecha de aplicación, su edad y sexo, bien, mediante el teclado, bien mediante la utilización del ratón. Este resultado gráfico puede observarse en la figura.

10.1.4. Instrucciones de tarea.

Una vez cumplimentados los datos de entrada, el ordenador presenta las instrucciones de la tarea a realizar, de acuerdo con las sentencias del guión de programación:

```
LoadTextFromFile instructions2_text instructions2.txt  
TextBoxEvent instructions2 $instructions2_text  
Font URWPalladio 25  
WaitEvent wait_for_key0 "until key any"
```

10.1.5. Datos de entrada.

Todos los datos necesarios para que el programa pueda correr con normalidad fueron integrados en una tabla de entrada, denominada “stimulus_list”, en formato texto, tal y como se presenta en la Figura 74.

Para la adecuada lectura de datos por parte del programa implementado en el ordenador, se creó la siguiente secuencia de programación en el guión del experimento:

```
StimulusList stimulus_list stimulus_list.txt
LabelListColumn 1 numero_de_ensayo
LabelListColumn 2 magpar1
LabelListColumn 3 magpar2
LabelListColumn 4 probp_par1
LabelListColumn 5 probp_par2
LabelListColumn 6 imagepar1
LabelListColumn 7 imagepar2
LabelListColumn 8 position_of_image1
LabelListColumn 9 position_of_image2
LabelListColumn 10 position_of_mag1
LabelListColumn 11 position_of_mag2:
```

Figura 74. Distribución de estímulos de entrada en Fase I del experimento (archivo "stimulus_list")

t1	+500_euros	+250_euros	25%	50%	e2	e3	2,1	2,3	3,1	3,3
t2	+250_euros	+166,6_euros	50%	75%	e3	e4	2,1	2,3	3,1	3,3
t3	+166,6_euros	+125_euros	75%	100%	e4	e5	2,1	2,3	3,1	3,3
t4	+500_euros	+166,6_euros	25%	75%	e2	e4	2,1	2,3	3,1	3,3
t5	+250_euros	+125_euros	50%	100%	e3	e5	2,1	2,3	3,1	3,3
t6	+100_euros	+33,3_euros	25%	75%	a2	a4	2,1	2,3	3,1	3,3
t7	+500_euros	+125_euros	25%	100%	e2	e5	2,1	2,3	3,1	3,3
t8	+100_euros	+25_euros	25%	100%	a2	a5	2,1	2,3	3,1	3,3
t9	+300_euros	+75_euros	25%	100%	c2	c5	2,1	2,3	3,1	3,3
t10	+50_euros	+25_euros	50%	100%	a3	a5	2,1	2,3	3,1	3,3
t11	-500_euros	-250_euros	25%	50%	e2	e3	2,1	2,3	3,1	3,3
t12	-250_euros	-166,6_euros	50%	75%	e3	e4	2,1	2,3	3,1	3,3
t13	-166,6_euros	-125_euros	75%	100%	e4	e5	2,1	2,3	3,1	3,3
t14	-500_euros	-66,6_euros	25%	75%	e2	e4	2,1	2,3	3,1	3,3
t15	-250_euros	-125_euros	50%	100%	e3	e5	2,1	2,3	3,1	3,3
t16	-100_euros	-33,3_euros	25%	75%	a2	a4	2,1	2,3	3,1	3,3
t17	-500_euros	-125_euros	25%	100%	e2	e5	2,1	2,3	3,1	3,3
t18	-100_euros	-25_euros	25%	100%	a2	a5	2,1	2,3	3,1	3,3
t19	-300_euros	-75_euros	25%	100%	c2	c5	2,1	2,3	3,1	3,3
t20	-50_euros	-25_euros	50%	100%	a3	a5	2,1	2,3	3,1	3,3
c1	+1250_euros	+400_euros	0%	25%	e1	d2	2,1	2,3	3,1	3,3
c2	+400_euros	+150_euros	25%	50%	d2	c3	2,1	2,3	3,1	3,3
c3	+150_euros	+66,6_euros	50%	75%	c3	b4	2,1	2,3	3,1	3,3
c4	+1250_euros	+150_euros	0%	50%	e1	c3	2,1	2,3	3,1	3,3
c5	+400_euros	+66,6_euros	25%	75%	d2	b4	2,1	2,3	3,1	3,3
c6	+150_euros	+25_euros	50%	100%	c3	a5	2,1	2,3	3,1	3,3
c7	+1250_euros	+66,6_euros	0%	75%	e1	b4	2,1	2,3	3,1	3,3
c8	+400_euros	+25_euros	25%	100%	d2	a5	2,1	2,3	3,1	3,3
c9	+500_euros	+25_euros	25%	100%	e2	b5	2,1	2,3	3,1	3,3
c10	+1250_euros	+25_euros	0%	100%	e1	a5	2,1	2,3	3,1	3,3
c11	-1250_euros	-400_euros	0%	25%	e1	d2	2,1	2,3	3,1	3,3
c12	-400_euros	-150_euros	25%	50%	d2	c3	2,1	2,3	3,1	3,3
c13	-150_euros	-66,6_euros	50%	75%	c3	b4	2,1	2,3	3,1	3,3
c14	-1250_euros	-150_euros	0%	50%	e1	c3	2,1	2,3	3,1	3,3
c15	-400_euros	-66,6_euros	25%	75%	d2	b4	2,1	2,3	3,1	3,3
c16	-150_euros	-25_euros	50%	100%	c3	a5	2,1	2,3	3,1	3,3
c17	-1250_euros	-66,6_euros	0%	75%	e1	b4	2,1	2,3	3,1	3,3
c18	-400_euros	-25_euros	25%	100%	d2	a5	2,1	2,3	3,1	3,3
c19	-500_euros	-25_euros	25%	100%	e2	b5	2,1	2,3	3,1	3,3

Tal y como aparece en la denominación de las variables de lectura para los comandos de búsqueda de datos en el guión de programación, las columnas de datos contenían información sobre (de izquierda a derecha):

- Número de ensayo y condición experimental (prueba o control)
- Recompensa/castigo en el par1
- Recompensa/castigo en el par2
- Probabilidad de recompensa/castigo en el par1
- Probabilidad de recompensa/castigo en el par2
- Código de representación de imagen en el par1 (de acuerdo con la matriz general de estímulos)
- Código de representación de imagen en el par2 (de acuerdo con la matriz general de estímulos)

- Columnas 8 y 9. Codificación de localizaciones espaciales de presentación de estímulos en pantalla.
- Columnas 10 y 11. Codificación de localizaciones espaciales de presentación de magnitudes en pantalla.

Una vez que la pantalla ha sido limpiada, se activa la fase de programación que contiene la secuencia de presentación de estímulos. Para ello, en primer lugar se creó un apartado en el guión de programación que recuperase las correspondientes imágenes para cada ensayo, al tiempo que leía la secuencia establecida de instrucciones de recuperación en el archivo de datos de entrada. Tal estructura quedó establecida como se indica a continuación:

```
JoinStrings picture_file1 "images $path_separator $imagepar1 .bmp"  
JoinStrings picture_file2 "images $path_separator $imagepar2 .bmp"
```

```
ImageObject picture1 $picture_file1  
ImageObject picture2 $picture_file2
```

```
DisplayEvent stimulus  
AddObject picture1 $position_of_image1  
AddObject picture2 $position_of_image2
```

Tanto los eventos descritos como los comandos y sus respectivas variables posibilitaban la presentación de los pares correspondientes de estímulos, tal y como se describieron en el apartado de Organización. De igual modo, como se ha referido anteriormente, las variables “picture1” y “picture2” permitían ejecutar los comandos “ImageObject” que asignaban instrucciones de búsqueda de iconos en la carpeta de imágenes (“images”), en función de la secuencia establecida en la tabla de estímulos inicial, “stimulus_list”.

10.1.6. Registro de datos.

El programa diseñado crea automáticamente un archive de volcado de datos, en el momento en que el sujeto introduce su código de identificación (ID), y lo nombra con el mismo ID. Este archivo es alojado en la carpeta “data_files” dispuesta al efecto. Para ello, se introdujo la siguiente sentencia en el guión de programación:

```
JoinStrings data_file "data_files $path_separator $subject_id .txt"  
UseDataFile $data_file
```

A partir de aquí, se crearon variables de escritura correspondientes a los siguientes campos:

- ID

- Fecha de aplicación.
- Grupo experimental.
- Edad.
- Sexo
- Condición experimental.
- Número de ensayo.
- Posición de la imagen 1
- Posición de la imagen 2
- Magnitud del par1
- Magnitud del par2
- Tecla presionada
- Tiempo de reacción.

10.3.8. Programación informática de la Fase II.

10.3.8.1. Señal de inicio de ensayo.

```
TextEvent fixation_cross +  
DelayEvent stimulus_delay 500  
ClearScreenEvent clear_screen  
DelayEvent stimulus_delay2 500
```

10.3.8.2. Almacenamiento de datos de entrada.

A partir de estos datos de entrada, se procedió a organizar la información creando seis archivos de entrada, denominados *bloque1*, *bloque2*, ..., *bloque6*. En cada uno de ellos se incluyeron matrices de datos con las siguientes etiquetas por columna, según muestra la tabla anterior):

Número de ensayo
Intervalo entre ensayos.
Imagen presentada (condición C2 o C4).
Magnitud de recompensa.
Respuesta correcta.
Respuesta incorrecta.
Cantidad devuelta como contado.
Probabilidad.

El programa de ordenador leía, una vez presentadas las instrucciones, los datos almacenados, en función de sentencias de entrada de datos:

```
StimulusList stimulus_list bloque1.txt  
LabelListColumn 1 numero_de_ensayo  
LabelListColumn 2 iti  
LabelListColumn 3 image_par  
LabelListColumn 4 devuelvemagnitud  
LabelListColumn 5 correct_key  
LabelListColumn 6 incorrect_key  
LabelListColumn 7 amount_cash  
LabelListColumn 8 probability
```

Sus valores eran asignados a modo de parámetros de variable, a los comandos subsiguientes del guión de programación.

10.3.8.3. Registro de datos. Creación de archivo de recogida.

En el momento inicial de cada bloque, el guión de programación crea un archivo al que asigna, como etiqueta, el nombre correspondiente a cada bloque

experimental. Este archivo sirve con posterioridad para el alojamiento progresivo de los datos de salida del experimento, a medida que los sujetos van tomando decisiones a lo largo de las elecciones sucesivas. De este modo, cada carpeta de participante recoge los datos finales en siete archivos, uno destinado para la fase I (actitud hacia el riesgo) y los otros seis destinados a la fase II (decisión en situación de elección compleja).

Siguiendo el procedimiento presentado en el diagrama de flujo, el lector del programa informático activa, tras las instrucciones, un subproceso de recuperación y presentación de datos en pantalla. Para ello, busca en primer lugar, el archivo que contiene la base de datos correspondiente al primer bloque experimental y la activa. Entonces, la cabeza lectora recupera la primera imagen de la columna de datos correspondiente, teniendo en cuenta que el bloque ha sido aleatorizado por el sistema de manera automática. Una vez recuperada la imagen, el programa ejecuta las sentencias correspondientes a la presentación de datos en pantalla:

```
ImageObject picture1 $picture_file  
DisplayEvent presenta_imagen  
AddObject picture1
```

```
TextObject aviso1_txt "presione SI:tecla S, o NO: tecla N"  
Color red  
TextBackgroundColor white  
Font URWBookman 24  
DisplayEvent aviso1  
DefinePosition position_aviso1 50% 10%  
AddObject aviso1_txt position_aviso1
```

```
TextObject aviso2_txt "¿EL JUEGO ME DARA RECOMPENSA EN ESTE  
ENSAYO?"  
Color blue  
TextBackgroundColor white  
Font URWNimbus 30  
DisplayEvent aviso2  
DefinePosition position_aviso2 50% 20%  
AddObject aviso2_txt position_aviso2
```

```
TextObject aviso3_txt "haz ahora tu apuesta"  
Font URWPalladio 30  
DisplayEvent aviso3  
DefinePosition position_aviso3 50% 75%  
AddObject aviso3_txt position_aviso3
```

```
TextObject aviso4_txt "(presiona S/N)"  
Font URWNimbus 35  
DisplayEvent aviso4  
DefinePosition position_aviso4 50% 80%  
AddObject aviso4_txt position_aviso4
```


10.3.8.4. Rutinas de feedback del programa informático.

El paso subsiguiente a la elección del sujeto en un ensayo es la devolución de información en pantalla. Esta se programó mediante el siguiente código:

```
TextObject aviso5_txt "¡CORRECTO! ganas"
Font URWBookman 25
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso5
DefinePosition position_aviso5 50% 80%
AddObject aviso5_txt position_aviso5
```



¡CORRECTO! ganas
8
puntos

```
TextObject aviso6_txt $amount_cash
Font URWBookman 40
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso6
DefinePosition position_aviso6 50% 85%
AddObject aviso6_txt position_aviso6
```



¡CORRECTO! ganas
0
puntos

```
TextObject aviso7_txt "puntos"
Font URWBookman 25
DisplayEvent aviso7
DefinePosition position_aviso7 50% 90%
AddObject aviso7_txt position_aviso7
```



¡INCORRECTO!

```
TextObject aviso8_txt "¡INCORRECTO!"
Font URWBookman 35
Color red
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso8
DefinePosition position_aviso8 50% 80%
AddObject aviso8_txt position_aviso8
```



¡CORRECTO! ganas
25
puntos

```
DelayEvent feedback_pause 1000
```

Figura 75. Pantallas de feedback del experimento en fase II, de acuerdo al guión de programación creado.

Con las instrucciones incorporadas a través de estos comandos, el programa lee las columnas de datos correspondientes a las etiquetas de recuperación, en el archivo de entrada de datos, de manera que se emparejan, para cada imagen, las características de diseño asociadas en el ensayo correspondiente. El resultado final, tal como aparece en la Figura 75, es una de las cuatro posibilidades (respecto al feedback) que aparecen a modo de ejemplo: devuelve el acierto ("correcto") o error ("incorrecto"), más el resultado en términos de magnitud (cero, ocho ó 25, según se trate de una u otra condición experimental). Ambos textos y ventanas se diseñaron para aparecer siempre en el eje de la vertical de pantalla, con objeto de evitar sesgos debido

al cambio de fijación por parte de los sujetos. Los estímulos de feedback permanecían en pantalla por un período de 1000 mseg., tras el cual se inicia una demora fija de 1000 mseg con la que finaliza el ensayo. A partir de aquí, un nuevo ITI abre el ensayo siguiente.

10.3.8.5. Registro de datos experimentales.

El diseño de programación del experimento establecía la creación de un archivo de recogida de datos para cada bloque experimental. Este era nombrado de manera automática en el inicio de cada bloque, con el número correspondiente al bloque experimental. Así, por ejemplo, en el inicio del bloque 1, inmediatamente después de la presentación de instrucciones y la presión de la tecla de inicio de proceso por parte del sujeto, aparecía en pantalla una caja con la indicación de bloque (Figura 76). En el momento en que el participante presionaba sobre la tecla de aceptación de la caja, el programa crea el archivo correspondiente al sujeto y lo guarda en la carpeta “data_files” con el número 1. De manera sucesiva se van creando y nombrando los otros cinco archivos correspondientes al resto de bloques experimentales.



Figura 76. Caja de inicio de bloque y creación de archivo de recogida de datos.

10.3.8.6. Datos recogidos.

Cada archivo de registro de datos incorpora, a medida que el sujeto realiza la tarea, los siguientes campos:

- Bloque.
- Número de ensayo.
- Intervalo entre ensayos.
- Tecla correcta.
- Tecla presionada.
- Respuesta correcta.
- Respuesta incorrecta.
- Cantidad de recompensa.
- Tiempo de reacción.
- Imagen presentada.
- Incremento de tasa en C4.
- Incremento de tasa en C2.
- Incremento de tasa parcial de acierto en C4.
- Incremento de tasa parcial de acierto en C2.

Con los datos así definidos por columnas, el programa va escribiendo progresivamente los datos de salida de la ejecución del sujeto, generando una tabla de 16 filas correspondientes a los 16 ensayos del bloque. A continuación se muestra un ejemplo (Tabla 77), correspondiente a los resultados obtenidos por un participante en el bloque experimental 4.

Tabla 77. Archivo de recogida de datos para el bloque 4, correspondiente a un participante del experimento en la fase II. Las etiquetas de categorías de datos no aparecen consignadas en el archivo original. Han sido incorporadas aquí con objeto de facilitar la comprensión de los datos consignados.

BLOQUE	ENSAYO	ITI	RESPUESTA CORRECTA	RESPUESTA DADA	TASA ACIERTO GENERAL	TASA ERROR GRAL	CANTIDAD DEVUELTA	TIEMPO DE REACCIÓN	CONDICIÓN	DECISIONES POSITIVAS SOBRE REC C4	DECISIONES NEGATIVAS SOBRE REC C2	TASA ACIERTO C4	TASA ACIERTO C2
4	60	1000	s	n	0	0	25	4555	c2	0	0	0	0
	59	5000	n	s	0	1	0	2790	c2	0	1	0	0
4	52	1000	s	s	0	2	8	1938	c4	0	1	0	0
4	54	2000	s	s	1	2	8	1757	c4	1	1	1	0
4	50	2000	n	s	2	2	0	1842	c4	2	1	2	0
4	57	3000	n	n	2	3	0	1104	c2	3	1	2	0
4	64	5000	s	n	3	3	25	1032	c2	3	2	2	1
4	61	4000	n	s	3	4	0	1930	c2	3	3	2	1
4	58	1000	n	n	3	5	0	1178	c2	3	3	2	1
4	56	4000	s	s	4	5	8	1374	c4	3	4	2	2
4	51	2000	s	s	5	5	8	1918	c4	4	4	3	2
4	63	2000	n	n	6	5	0	1200	c2	5	4	4	2
4	55	3000	n	s	7	5	0	1253	c4	5	5	4	3
4	49	2000	s	s	7	6	8	2409	c4	6	5	4	3
4	53	6000	s	s	8	6	8	989	c4	7	5	5	3
4	62	5000	n	n	9	6	0	1109	c2	8	5	6	3

10.3.8.7. Contadores de recogida de datos.

El guión de programación contenía una serie de instrucciones para la creación de contadores de frecuencia acumulada. Éstos, se activan en cada uno de los bloques y se reinician (puesta a 0), en el momento en que se cambia de uno a otro, de manera que se refleja en los archivos de salida el incremento marginal debido al aprendizaje, por cada uno de los bloques de ensayo experimental. A continuación presentamos el código del guión junto con la referencia de procedimiento:

Contador de Tasa de Acierto General

```
Counter correct_response 0  
CommandEvent increment_correct "Increment $correct_response 1"
```

Establece el incremento de acierto general, de acuerdo al emparejamiento entre la pulsación de la tecla por parte del sujeto y lo esperado respecto al programa de reforzamiento establecido para cada uno de los bloques. Este proceso se ejecuta mediante la instrucción:

```
AddEvent increment_correct "when $key equals $correct_key"
```

Contador de Tasa de Error General

```
Counter incorrect_response 0  
CommandEvent increment_incorrect "Increment $incorrect_response 1"
```

Su actividad es idéntica al anterior, en este caso, registrando la frecuencia acumulada respecto al error, referido sobre el programa de reforzamiento establecido. El comando de ejecución es:

```
AddEvent increment_incorrect "when $key equals $incorrect_key"
```

Contador de Tasa de Acierto c4

```
Counter partial_correct_rate_c4 0  
CommandEvent increment_pcr4 "Increment $partial_correct_rate_c4 1"
```

Establece la frecuencia acumulada (incremental) respecto a la tasa de acierto en la condición C2, tomada a través del emparejamiento condicional entre la columna de condición experimental en la entrada de datos, la respuesta correcta establecida por el programa de contingencia y la respuesta del sujeto. El comando de ejecución del contador quedó establecido como:

```
AddEvent increment_pcr4 "both $key equals $correct_key and $image_par  
equals c4"
```

Contador de Tasa de Acierto c2

Counter partial_correct_rate_c2 0

CommandEvent increment_pcr2 "Increment \$partial_correct_rate_c2 1"

En este caso, se registraron las frecuencias acumuladas en la alternativa experimental C2, cuando la pulsación del sujeto equivalía a la respuesta correcta establecida en el programa de recompensa, en la columna correspondiente del archivo de entrada de datos. Su comando de ejecución fue:

AddEvent increment_pcr2 "both \$key equals \$correct_key and \$image_par equals c2"

Contador de registro de Decisiones Positivas sobre Recompensa en c4 (75%)

Counter keypress_s 0

CommandEvent increment_keypress_s "Increment \$keypress_s 1"

Este contador fue establecido con el objetivo de identificar el porcentaje de pulsaciones afirmativas por parte del participante, en este caso, sobre la alternativa C4. Recordaremos aquí que esta opción reforzaba en un 75% de las ocasiones, a lo largo del experimento. De esta manera, tendríamos un referente interpretativo de la aproximación estimativa del sujeto sobre la probabilidad de recompensa en función de su representación temporal de la situación experimental. De otro modo, en qué medida, la distribución de elecciones afirmativas y negativas aproximaba el patrón de reforzamiento cuya probabilidad era de 0,75. El comando de ejecución del contador se configuró como:

AddEvent increment_keypress_s "both \$key equals s and \$image_par equals c4"

Contador de registro de Decisiones negativas sobre recompensa en c2 (25%)

Counter keypress_n 0

CommandEvent increment_keypress_n "Increment \$keypress_n 1"

Su funcionamiento es análogo al descrito anteriormente. En este caso, la probabilidad está asociada a las elecciones negativas, como representación inversa respecto a la anterior. Así, lo esperado es que pudiésemos realizar estimaciones interpretativas en función de la equiparación de ambas distribuciones de probabilidad (ambas a un 75% de elecciones en una alternativa frente a un 25% de elecciones en la otra alternativa). Con ello, se podría observar en qué medida los sujetos manifiestan procesos similares de

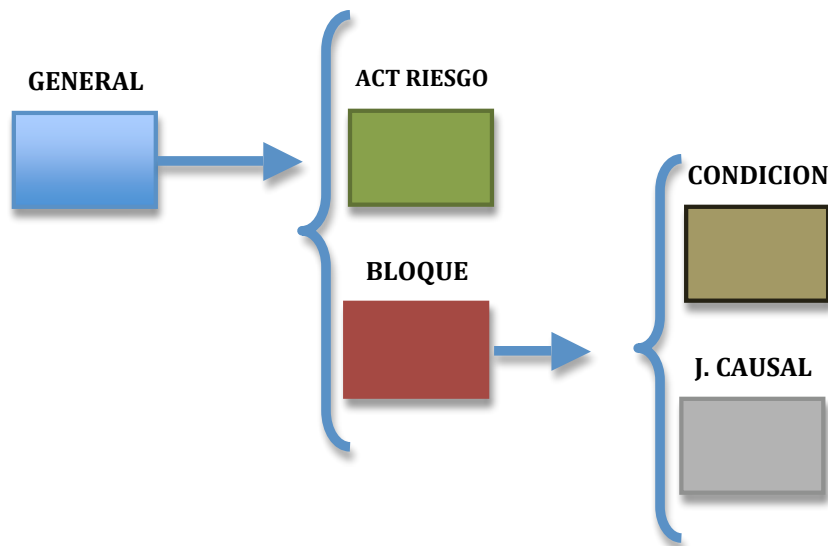
aprendizaje en función de la variabilidad de la magnitud y la contingencia de reforzamiento. Quedó establecido el comando de ejecución del contador como:

AddEvent increment_keypress_s "both \$key equals s and \$image_par equals c4"

10.2. PROGRAMACIÓN DEL EXPERIMENTO 2.

10.2.1. Guión (*script*) de programación.

Al igual que en el experimento 1 de la tesis, se empleó el programa Flxlab, v. 2.2 para implementar el procedimiento experimental. Para ello, siguiendo los requerimientos técnicos correspondientes, se creó un *script* que contenía las instrucciones de las diversas tareas. Dado que existían diversas tareas, el guión general se constituyó mediante la anidación de subguiones específicos de tarea, siguiendo el siguiente patrón:



El guión general activaba el subprograma de actitud hacia el riesgo. Al finalizar éste, llamaba automáticamente al primer bloque de ensayos, según el diseño de programación. Éste, a su vez, contenía dos etapas, la presentación de ensayos de acuerdo con la condición experimental en curso e, inmediatamente al finalizar el último ensayo, la presentación de la pantalla de valoración de juicio causal.

El orden de presentación de ensayos fue balanceado a lo largo de todas las presentaciones, como detalla el proceso de diseño anteriormente expuesto. Para su formalización informática, se establecieron un total de 50 combinaciones posibles sobre las que se varió el orden de presentación, siguiendo un proceso de organización secuencial de tipo lógico. A cada sujeto se le presentó una propuesta formal ordenada diferente, en función de este proceso.

A su vez, el programa informático contenía un conjunto de archivos de datos de entrada. Unos, contenían las instrucciones *–instructions.txt* e *instructions2.txt*-, mientras que otros se diseñaron para albergar los datos de entrada. Esto último se hizo en dos etapas. Para la entrada de datos de la tarea de *actitud hacia el*

riesgo, se estableció el archivo *stimulus_list.txt*. Su estructura interna fue análoga a la del experimento 1 de la tesis, al igual que lo fue el guión de programación específico de la tarea de evaluación de la actitud del riesgo. Por tanto, únicamente variaron los datos que contenían.

10.2.2. Programación del procedimiento experimental.

La tarea experimental propiamente dicha consistía en la presentación de bloques de 48 ensayos, más la aparición de una ventana final en la que aparecía la escala de valoración del juicio causal.

El guión de programación de la tarea de presentación de ensayos quedó constituido de la siguiente manera:

A. Programación de Bloque de Ensayos.

a) pantalla de introducción de datos por parte de cada participante.

```
# DATOS INICIALES
DialogText more_text "PARTE 2:"
DialogRadioGroup my_radios condition
DialogButton "juego 1"
DialogButtonGroup my_buttons button_choice
DialogObjectAlignment RIGHT
DialogButton "OK"

DialogEvent datosiniciales
AddDialogObject more_text
AddDialogObject my_radios
AddDialogObject my_buttons
Start datosiniciales
```

b) El sistema crea un archivo específico y le asigna un nombre, donde guardará los datos de salida.

```
JoinStrings data_file "data_files $path_separator $condition .txt"
UseDataFile $data_file
```

c) Presentación de instrucciones en la pantalla del ordenador y espera de la presión de cualquier tecla para su finalización:

```
# This creates an event to display the instructions
ClearScreenEvent clear_screen
LoadTextFromFile instructions_text instructions.txt
TextBoxEvent instructions $instructions_text
Font URWPalladio 16
WaitEvent wait_for_key "until key any"
```



```
BlockEvent do_instructions  
AddEvent clear_screen  
AddEvent instructions  
AddEvent wait_for_key
```

d) lectura de datos de entrada. Configuración de columnas y etiquetado de datos iniciales.

```
StimulusList stimulus_list bloque1.txt  
RandomizeList  
LabelListColumn 1 numero_de_ensayo  
LabelListColumn 2 image  
LabelListColumn 3 magnitud_recompensa_a  
LabelListColumn 4 magnitud_recompensa_b  
LabelListColumn 5 magnitud_recompensa_c  
LabelListColumn 6 magnitud_recompensa_d  
LabelListColumn 7 tecla
```

e) Indicación al programa de la ruta de acceso al archivo de imágenes para su presentación en pantalla.

```
# Create a string with the file name that images will be loaded from  
JoinStrings picture_file "images $path_separator $image .bmp"
```

```
# Create display objects for the picture  
ImageObject picture1 $picture_file
```

```
# An event to present the images  
DisplayEvent presenta_imagen  
AddObject picture1  
DisplayEvent presenta_imagen2  
AddObject picture1
```

f) puesta a cero del temporizador para medir el tiempo de reacción a partir de la presentación de la imagen inicial.

```
#ResetDataTime
```

g) División de la secuencia global en “bins” temporales. Asignación del momento de finalización de cada lapso temporal de 1 segundo, bien por presión de tecla, bien por consumo del tiempo preestablecido.

```
WaitEvent wait_for_key1 "until either key m or time 1000"  
ClearScreenEvent clear_screen2
```

h) Fase II. Presentación de la recompensa o castigo en pantalla. Muestra, en su caso, la imagen o recompensa al presionar la tecla o, en su caso, al final de cada ensayo –bin-. Las alternativas de presentación fueron programadas en función de las cuatro posibilidades establecidas por la matriz de contingencia (opciones a, b, c y d)

TextObject R|c_txt "\$magnitud_recompensa_a"
Font URWBookman 40
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso1
DefinePosition position_aviso1 50% 65%

AddObject R|c_txt position_aviso1
TextObject aviso2_txt "\$magnitud_recompensa_a"
Font URWBookman 40
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso2
DefinePosition position_aviso2 50% 65%
AddObject aviso2_txt position_aviso2

#Muestra la NO recompensa en presencia de la clave o, en su lugar, al final de cada ensayo

TextObject NR|c_txt "\$magnitud_recompensa_c"
Font URWBookman 40
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso3
DefinePosition position_aviso3 0% 0%
AddObject NR|c_txt position_aviso3

TextObject aviso4_txt "\$magnitud_recompensa_c"
Font URWBookman 40
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso4
DefinePosition position_aviso4 0% 0%
AddObject aviso4_txt position_aviso4

#Muestra la recompensa en AUSENCIA de la clave o, en su lugar, al final de cada ensayo

TextObject R|Nc_txt "\$magnitud_recompensa_b"
Font URWBookman 40
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso5
DefinePosition position_aviso5 50% 65%
AddObject R|Nc_txt position_aviso5

TextObject aviso6_txt "\$magnitud_recompensa_b"
Font URWBookman 40
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso6
DefinePosition position_aviso6 50% 65%
AddObject aviso6_txt position_aviso6

#Muestra la NO recompensa en AUSENCIA de la clave o, en su lugar, al final de cada ensayo

TextObject NR|Nc_txt "\$magnitud_recompensa_d"

```
TextBackgroundColor white
Font URWBookman 40
DisplayEvent aviso7
DefinePosition position_aviso7 0% 0%
AddObject NR|Nc_txt position_aviso7
TextObject aviso8_txt "$magnitud_recompensa_d"
Font URWBookman 40
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso8
DefinePosition position_aviso8 0% 0%
AddObject aviso8_txt position_aviso8
DelayEvent feedback_pause 250
```

i) programación de contadores para registro de datos. Se establecieron cinco contadores. Cuatro para las alternativas de la tabla de contingencias y 1 para la tasa de respuestas (número de presiones sobre la tecla de respuesta).

#COUNTERS

a presión tecla en presencia de imagen

```
Counter keypress_con_clave 0
CommandEvent increment_keypress_con_clave "Increment
$keypress_con_clave 1"
```

#bins con respuesta

```
Counter bins_con_respuesta 0
CommandEvent increment_bins_con_respuesta "Increment
$bins_con_respuesta 1"
```

b presion tecla en ausencia de imagen

```
Counter keypress_sin_clave 0
CommandEvent increment_keypress_sin_clave "Increment
$keypress_sin_clave 1"
```

para hallar c inversa presion tecla en presencia de imagen sin recompensa

```
Counter keypress_con_clave_CXNR 0
CommandEvent increment_keypress_con_clave_CXNR "Increment
$keypress_con_clave_CXNR 1"
```

para hallar d inversa presion tecla en ausencia de imagen sin recompensa

```
Counter keypress_con_clave_ncNR 0
CommandEvent increment_keypress_con_clave_ncNR "Increment
$keypress_con_clave_ncNR 1"
```

j) subprocesso de grabación de datos de salida. Indicaba el orden de recogida de eventos a lo largo del procedimiento general.

create an event to record the reaction time

```
DataEvent record_response
DataColumn condition
DataColumn numero_de_ensayo
```

DataColumn \$key
DataColumn \$tecla
DataColumn \$time
DataColumn \$image
DataColumn \$keypress_con_clave
DataColumn \$bins_con_respuesta
DataColumn \$keypress_sin_clave
DataColumn \$keypress_con_clave_CXNR
DataColumn \$keypress_con_clave_ncNR

k) Subproceso de integración de ensayo. Controla el transcurso de los diferentes eventos programados a lo largo de un bloque de ensayos.

```
# add all the events together to make a trial
TrialEvent trial "until event record_response"
AddEvent presenta_imagen
AddEvent wait_for_key1
#AddEvent clear_screen2
AddEvent aviso1 "both $key equals $tecla and $image equals c4R"
AddEvent aviso2 "when $image equals c4R"
AddEvent presenta_imagen2 "both $key equals $tecla and $image equals
c4NR"
AddEvent presenta_imagen2 "when $image equals c4NR"
AddEvent aviso5 "both $key equals $tecla and $image equals nc"
AddEvent aviso6 "when $image equals nc"
AddEvent presenta_imagen2 "both $key equals $tecla and $image equals
ncNR"
AddEvent presenta_imagen2 "when $image equals ncNR"
AddEvent feedback_pause
AddEvent increment_keypress_con_clave "both $image equals c4R and $key
equals m"
AddEvent increment_bins_con_respuesta "when $key equals m"
AddEvent increment_keypress_sin_clave "both $image equals nc and $key
equals m"
AddEvent increment_keypress_con_clave_CXNR "both $image equals c4NR
and $key equals m"
AddEvent increment_keypress_con_clave_ncNR "both $image equals ncNR
and $key equals m"
AddEvent record_response
```

l) Subproceso de integración general del experimento. Genera las instrucciones inicio, ensayo y final del procedimiento experimental.

```
BlockEvent mainblock "until list end"
AddEvent trial
# start the experiment
ExperimentEvent C1bloque2
AddEvent mainblock
Start C1bloque2
```

10.2.3. Programación de pantalla de valoración de Juicio Causal.

De manera independiente al anterior, se planificó y diseñó un procedimiento informatizado específico para la valoración de juicio causal, de manera que se pudiese activar inmediatamente al finalizar cada uno de los bloques de ensayo establecidos previamente. De este modo, los propios momentos de valoración causal actuaban como limitadores de las condiciones experimentales. Los sujetos, así, tendrían que continuar con la realización del experimento global hasta el momento en que apareciese la pantalla de finalización del experimento, momento en que el propio programa se cerraba.

En este apartado, se programaron 9 scripts clonados, con la única particularidad de que cada uno servía para crear, a su vez, un nuevo archivo de salida conteniendo, únicamente, la valoración puntual para ése bloque de ensayo. De esta manera, el resultado final de la prueba arrojaba un total de 9 archivos adicionales, cada uno de ellos conteniendo el valor asignado de juicio causal a cada una de las condiciones experimentales. El guión así diseñado quedaba como sigue:

a) creación de ventanas de edición para la entrada de datos por los participantes. Se crearon tres escalas, positiva, neutra y negativa, de tal manera que se cubriera un rango de -100 a +100 en la escala de valoración subjetiva de la causalidad.

DialogText info "EN ESTE JUEGO MI GRADO DE CONTROL SOBRE LA RECOMPENSA HA SIDO..."

DialogText info2 "POSITIVO: Yo tengo el control"

DialogButtonGroup my_radios1 condition1

DialogButton "10"

DialogButton "20"

DialogButton "30"

DialogButton "40"

DialogButton "50"

DialogButton "60"

DialogButton "70"

DialogButton "80"

DialogButton "90"

DialogButton "100"

DialogText info3 "NEUTRO=0"

DialogButtonGroup my_radios2 condition2

DialogButton "0"

DialogText info4 "NEGATIVO: El ordenador tiene el control"

DialogButtonGroup my_radios3 condition3

```
DialogButton "-10"  
DialogButton "-20"  
DialogButton "-30"  
DialogButton "-40"  
DialogButton "-50"  
DialogButton "-60"  
DialogButton "-70"  
DialogButton "-80"  
DialogButton "-90"  
DialogButton "-100"
```

b) botón de decisión. Para evitar la comisión de posibles errores indebidos en la valoración, los participantes debían pulsar el botón "OK" al finalizar, de modo que sólo éste daba paso a la finalización del procedimiento.

```
DialogButtonGroup my_buttons button_choice  
DialogObjectAlignment RIGHT  
DialogButton "OK"  
DialogEvent my_dialog  
AddDialogObject info  
AddDialogObject info2  
AddDialogObject my_radios1  
AddDialogObject info3  
AddDialogObject my_radios2  
AddDialogObject info4  
AddDialogObject my_radios3  
AddDialogObject my_buttons  
Start my_dialog
```

c) Creación de un archivo de recogida de la valoración dada. El archivo se asignaba, en este caso, con un nombre establecido previamente, cuyo dígito identificó la condición experimental a evaluar.

```
JoinStrings data_file "data_files $path_separator jc1 .txt"  
UseDataFile $data_file
```

END DATOS ADICIONALES

d) Archivo de datos de entrada. En realidad, dadas las restricciones de programación del software utilizado, lo que se hizo fue crear un experimento independiente del anterior, de tal modo que el sistema debía leer una entrada para dar una salida. Dado que en este caso la entrada era un dato irrelevante para el propósito experimental, se asignó, convencionalmente, la línea "1" como indicador de ensayo experimental, tras el cuál, el programa se cerraba, eso sí, una vez grabado el valor de decisión del sujeto participante. Por la misma razón, se estableció una condición a través de un comando de dilación temporal, para que el subexperimento funcionase de manera operativa, si bien, tal demora tenía un carácter meramente accesorio.

StimulusList stimulus_list jc1.txt
LabelListColumn 1 numero_de_ensayo

DelayEvent stimulus_delay 750
ClearScreenEvent clear_screen

e) subproceso de recogida de datos.

DataColumn numero_de_ensayo
DataColumn \$condition1

f) subproceso de integración de ensayo. Ordenaba la secuencia integrada de pasos del procedimiento experimental.

add all the events together to make a trial
TrialEvent trial "until event record_rt"
#AddEvent clear_screen
AddEvent record_rt

continue to do trials until we get to the end
of the stimulus list
BlockEvent mainblock "until list end"
AddEvent trial

g) subproceso de integración experimental.

start the experiment
ExperimentEvent seleccionsimple1
AddEvent mainblock
Start seleccionsimple1

10.3. PROGRAMACIÓN DEL EXPERIMENTO 3.

Al igual que en los experimentos precedentes, se empleó el programa *Flxlab*, versión 2.2. La estructura básica de programación incluyó archivos de datos de entrada, archivos de programación, archivos de alojamiento de estímulos y archivos de registro de datos (salida).

Con objeto de economizar costes de desarrollo, la base de programación utilizada fue la empleada para la realización del experimento 2. A partir de ella, el procedimiento general consistió en implementar las características propias de un procedimiento de ensayos sucesivos al tiempo que bloquear las acciones propias de procesos aplicados con anterioridad.

10.3.1. Estructura general del programa.

A pesar de la aparente simplicidad funcional del procedimiento experimental, el desarrollo del guión de programación constituyó un reto particular, especialmente dadas las restricciones propias del soporte de programación. En una visión general, de mayor a menor generalidad, se creó un archivo, denominado "ETAPA", cuyo código de programación realizaba llamadas, mediante un comando de anidación sucesivo, a los 2 bloques de programación, codificados bajo el nombre de "general", que incluían, respectivamente, a los 11 ensayos correspondientes a los datos de cada una de las condiciones experimentales. De este modo, cada etapa corría el programa de tal modo que una condición experimental se presentaba en dos ocasiones,

Otra característica general a tener en cuenta consistía en la diferencia de programación entre el guión propio de la actividad en el procedimiento de ensayos sucesivos y el de la entrada de datos por parte del sujeto. Así, en este segundo caso, dadas las características formales de programación de las cajas de edición donde se recogieron estos datos, se decidió crear un subprograma específico, con inicio y final propios, cuyo cometido fuese exclusivamente incorporar las valoraciones realizadas por cada participante, en todos y cada uno de los ensayos del experimento. Este diseño permitió salvar la limitación de incorporar en el guión central del procedimiento de ensayos sucesivos la correspondiente caja de edición, pues, en este caso, tan sólo podríamos haber recogido los datos una única vez (el resto, se hubiesen superpuesto sobre el archivo ya escrito, borrando automáticamente los datos precedentes). El diseño así establecido arrojaba como producto un archivo de recogida de datos para cada ensayo individual, tal y como nos habíamos propuesto. Con todo, el archivo de etapa llamaba a

```
1 BeginScope task100
2 ReadScriptFile "c1general.flx"
3 EndScope task100
4 BeginScope task200
5 ReadScriptFile "C1general2.flx"
6 EndScope task200
```

Gráfico N. Código de programación del archivo de ETAPA en el experimento 4. Los códigos de tarea se dispusieron convencionalmente de modo que no interfirieran entre sí, a efectos de ejecución.

dos bloques de ensayo y cada archivo de bloque de ensayo llamaba, de manera emparejada, a un ensayo seguido inmediatamente de su archivo de recogida de datos.

10.3.2. Registro de datos de entrada.

El programa necesitaba disponer de los datos correspondientes a las secuencias de emparejamiento entre imagen y recompensa. Para ello, se utilizó un sistema análogo al empleado en el experimento 2. Las etiquetas de datos fueron las siguientes:

- número de ensayo.
- Código de recuperación de imagen.
- Parámetro a (valor de recompensa en presencia de clave)
- Parámetro b (valor de recompensa en ausencia de clave)
- Parámetro c (ausencia de recompensa en presencia de clave)
- Parámetro d (ausencia de recompensa en ausencia de clave).

El archivo así creado, en formato txt, contenía los valores asignados a los parámetros de la matriz de contingencia, asignados para la correspondiente condición experimental. Se etiquetó con el nombre *bloquen*, de tal modo que era leído automáticamente por el guión del programa central.

```
#BLOQUE4
BeginScope task7
ReadScriptFile "DENSxMAGJ4.flx"
EndScope task7
BeginScope task8
ReadScriptFile "jc4T44.flx"
EndScope task8

#BLOQUE6
BeginScope task11
ReadScriptFile "DENSxMAGJ6.flx"
EndScope task11
BeginScope task12
ReadScriptFile "jc6T46.flx"
EndScope task12

#BLOQUE5
BeginScope task9
ReadScriptFile "DENSxMAGJ5.flx"
EndScope task9
BeginScope task10
ReadScriptFile "jc5T45.flx"
EndScope task10
```

Figura 77. Guión de programación correspondiente a un bloque experimental (muestra con tres bloques. El archivo original contenía los 11 bloques correspondientes, presentados en orden aleatorio).

Es necesario indicar en este punto, que el modo de expresar los valores asignados a los parámetros no era directo. Como alternativa, un ensayo codificaba la presencia de una alternativa o su correspondiente ausencia. Por tanto, la codificación del valor del parámetro correspondiente se consiguió definiendo un número de ensayos equivalente. Así, si por ejemplo, el valor de a era de 12, se definieron 12 ensayos que asociaban la imagen correspondiente con la recompensa esperada. Como característica añadida y que será recordada con posterioridad, el programa aleatorizaba los ítems, con lo que la presentación de los ensayos siempre era diferente.

10.3.3. Archivo de instrucciones.

Las instrucciones del experimento 3 se incluyeron en el archivo denominado *instructions*, que fue alojado en la carpeta general del programa.

10.3.4. Programación del procedimiento de ensayos sucesivos.

El guión de programación del diseño experimental constaba, como se ha descrito con anterioridad, de dos subprogramas anidados, uno para el procedimiento de ensayos sucesivos y otro para la recogida de datos procedentes de los juicios del sujeto. Respecto al primero, cabe decir que fue creado a partir del diseño ya construido en el experimento 2 de esta tesis. Sobre esta base, se definieron las rutinas necesarias para la aparición en pantalla de la configuración especial necesaria, esto es, un rectángulo vertical en cuyas mitades pudiera o no aparecer, respectivamente, la imagen diana –parte superior- y la recompensa –parte inferior-. A tal fin, se incorporaron al guión de programación, las siguientes sentencias:

```
RectangleObject rectangle
Size 30% 70%
LineWidth 4
Color black
DisplayEvent stimulus
Filled
Color white
AddObject rectangle
```

Define la presentación del rectángulo al inicio de cada ensayo.

```
RectangleObject rectangle2
Size 30% 70%
LineWidth 4
DisplayEvent stimulus2
Color white
AddObject rectangle2
```

Define la presentación del rectángulo de enmarque, en el período entre ensayos. Este hito fue configurado con objeto de evitar el efecto de parpadeo o de ausencia de marco durante los milisegundos que durase el intervalo entre ensayos, dando la sensación de continuidad en el marco.

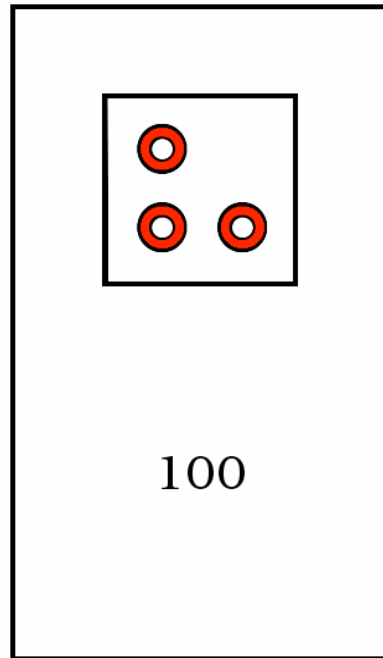


Figura 78. *Presentación en pantalla del rectángulo de enmarque junto con la imagen y la recompensa (experimento 3)*

```

DisplayEvent presenta_imagen
DefinePosition position_image 50% 35%
AddObject picture1 position_image
DisplayEvent presenta_imagen2
AddObject picture1

```

Presenta la imagen correspondiente en función de la clave de recuperación codificada en el archivo de entrada de datos (parte superior del rectángulo de enmarque).

```

TextObject aviso2_txt "$magnitud_recompensa_a"
Font URWBookman 40
TextBackgroundColor white
DisplayEvent aviso2
DefinePosition position_aviso2 50% 65%
AddObject aviso2_txt position_aviso2

```

Muestra la recompensa en función de la clave de recuperación codificada en el archivo de entrada de datos (parte inferior del rectángulo de enmarque).

10.3.5. Secuencia del procedimiento.

Para que el programa pueda presentar en el orden adecuado cada uno de los elementos diseñados, una fase del código indicaba las sentencias de acción correspondientes:

```

# add all the events
together to make a trial
TrialEvent trial "until event
record_response"
AddEvent stimulus
AddEvent
presenta_imagen
AddEvent aviso2 "when
$image equals c4R"
AddEvent aviso6 "when $image equals nc"
AddEvent presenta_imagen2 "when $image equals ncNR"
AddEvent recompen_a
AddEvent clear_screen2

```

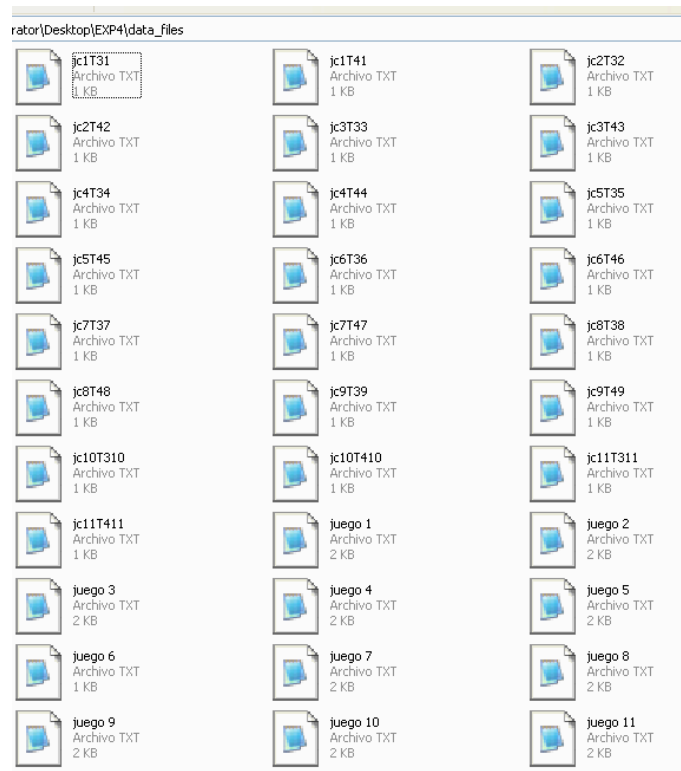


Figura 79. Detalle del registro de datos almacenado en los 33 archivos que fueron registrados por cada etapa experimental.

```
AddEvent stimulus2  
AddEvent record_response
```

Con todo, el programa corre el listado de datos de entrada hasta el final, es decir, el número 48 –de manera aleatoria-; en este momento, finaliza y la programación de orden superior (bloque) da paso al programa de inserción de datos por parte del participante.

10.3.6. Registro de datos del participante.

Una vez presentadas las tres escalas de valoración –juicio asociativo-subsiguientes a cada ensayo, es creado automáticamente un archivo de recogida, denominado “jn” (siendo n el número de ensayo), y almacenado en la correspondiente carpeta de datos (“data_file”). Para conseguir que el programa hiciera esto, se introdujeron las siguientes sentencias en el código:

```
JoinStrings data_file "data_files $path_separator jc1 .txt"  
UseDataFile $data_file
```

Dado que debíamos codificar un archivo de grabación por cada ensayo, se decidió crear un total de 11 subprogramas de grabación que, junto con los ya existentes 11 ensayos, permitió generar todas las combinaciones posibles.

Con todo, el programa arrojaba como resultado, una vez el participante había ejecutado la tarea, 22 archivos de datos de juicio, más otros 11 archivos correspondientes a los ensayos realizados (sin datos de registro), por etapa de aplicación. El resultado, almacenado en una carpeta de datos, puede visualizarse en la Figura 79. En total, se registraron 10 etapas por sujeto. Por cada ensayo, el archivo de recogida de datos registraba:

- la fortaleza de la asociación (fuerte/débil) entre señal y recompensa.
- La apuesta realizada sobre la expectativa de acierto en la valoración.
- La valoración de la asociación sobre una escala numerada.

De la siguiente manera:

```
1      DEBIL 1 euro -1      condition2
```

Estos datos fueron procesados en una hoja de cálculo (Microsoft Excel), e integrados para su posterior procesamiento.